This volume has been digitized,
and is available online
through the
Biodiversity Heritage Library.

For access, go to:
www.biodiversitylibrary.org.

06(494)B
9

FO
FO

THE

Bound at

5.06 (494) B
3

COUPES GÉOLOGIQUES

DES

TUNNELS DU DOUBS

PAR

F. MATHEY, géomètre.

LES TUNNELS DU DOUBS.

Il y avait près d'une année que l'on travaillait au percement des tunnels du Doubs, lorsque Mr Bridel, Ingénieur en chef de la compagnie, me proposa d'en faire le relevé géologique. Tout en faisant observer à Mr Bridel que je ne me trouvais guère qualifié pour accepter une semblable mission, ne m'occupant d'études géologiques et paléontologiques qu'à mes moments de loisir, et, tout en prévoyant les difficultés sans trop y réfléchir, j'acceptai.

Ces difficultés de toutes sortes ont été bien plus nombreuses que je ne m'y attendais, mais je crois inutile de fournir des détails à ce sujet. Je dirai cependant que j'ai visité les différents chantiers (il y a eu 12 attaques) tous les 30 à 40 jours et que presque toujours, pour des raisons diverses, plusieurs (de ces chantiers) ne pouvaient être explorés. Dès lors, on comprendra que certains faits intéressants, certains détails de couches aient pu m'échapper. Toutefois, je crois qu'il ne sera pas sans intérêt de faire connaître les coupes de ces tunnels, que j'ai dressées aussi exactement que les circonstances me l'ont permis, ainsi que les observations géologiques et paléontologiques faites pendant mes excursions aux différents chantiers.

Il me reste à témoigner toute ma reconnaissance à Mr le Docteur Mœsch, qui, non seulement m'a déterminé de nombreux fossiles, mais, en passant bien des heures avec moi dans les collections du polytechnicum, m'a fait connaître les étages jurassiques inférieurs, si rarement, sinon jamais à découvert dans le Jura bernois; à MM. de Loriol, P. Choffat et Koby, professeur, qui m'ont déterminé de nombreux fossiles.

TUNNEL DE GLOVELIER.

Le tunnel de Glovelier met en communication le val de Delémont avec la vallée du Doubs. La tête de ce tunnel, du côté de Glovelier, à l'altitude de 522,70^{m} se trouve dans les bancs supérieurs du Ptérocérien. Il traverse successivement le Ptérocérien, l'Astartien, le Corallien, l'Oxfordien, le Bajocien, le Lias et touche le Keuper qui forme le sommet de la voûte. A sa sortie à Montmelon, il se trouve dans les marnes à Ammonites opalinus.

Je ne ferai pas une description détaillée des couches, description que l'on trouve dans tous les ouvrages spéciaux. Je leur ai généralement trouvé le même aspect pétrographique qu'on leur connaît partout, si ce n'est que leur couleur est, en général, plus sombre qu'à l'extérieur; je me bornerai à noter les faits les plus saillants que j'ai pu observer.

La tête du tunnel, comme nous l'avons vu, se trouve dans les couches supérieures du Ptérocérien, ayant une inclinaison de 24° sud. Je n'ai pas observé les marnes ptérocériennes proprement dites, qui affleurent au bord de la route de St-Brais et au N. O. du village. Il se peut toutefois qu'elles étaient déjà maçonnées lors de ma première visite des travaux. Quant à la couche à Pseudocidaris Thurmanni, elle a été rencontrée au puits, mais elle n'a pu être observée dans le tunnel.

L'Astartien, dont l'inclinaison des couches est de 30°, ne présente rien de particulier; à une vingtaine de mètres au Nord de l'axe du puits, on a rencontré trois bancs successifs de marne noire, compacte, sableuse, de cinq à huit mètres de puissance; j'y ai rencontré les fossiles suivants:

Saurien, dents.
Picnodus, „
Hybodus, „
Serpula.
Belemnites.
Scalaria minuta, Buv.
Astarte.
Trigonia geographica, Ag.
„ aolina, Ctj. syn. T. muricata, Th. non Gldf.
Arca rhomboidalis, Ctj.
Mytilus.
Avicula.
Lima.
Pecten astartinus, Et.
Ostrea.
Anomya Monsbeliardensis, Ctj.
Terebratula humeralis, Roem.
„ subsella, Leym.
Rhynchonella inconstans, d'Orb.
Hemicidaris intermedia, Forbes.
Cidaris florigemma, Phill.
Millericrinus Escheri, P. de Loriol.
„ Dudressieri, d'Orb.
Antedon Gresslyi, Et.

Le passage au corallien se fait par des bancs gris de fumée d'un aspect schistoïde.

Bien que je n'aie pas rencontré de fossiles dans le corallien, cet étage n'en renferme pas moins beaucoup: la dureté de la roche, qui était en outre réduite en petits fragments par la dynamite, ne m'a pas permis de dégager les frêles coquilles des nérinées et autres gastéropodes qui lui sont propres. L'oolite corallienne est assez peu développée.

Vers le milieu de l'étage, on a rencontré une assez forte poche d'argile sidérolitique; tout à côté, il s'en trouvait une autre renfermant une espèce de boue noire mélangée de sable et de rognons calcaires.

Les couches qui, au passage du corallien à l'oxfordien, ont une inclinaison de 34°, sont relevées verticalement à la base de ce dernier étage: aussi se développe-t-il sur une longueur, selon l'axe du tunnel, de 250^{m}; les marnes oxfordiennes, proprement dites à fossiles pyriteux, ont à elles seules une étendue de 150^{m}.

Ce développement extraordinaire des marnes oxfordiennes est certainement dû à la différence d'inclinaison des couches à leur base et à leur partie supérieure; je chercherai, un peu plus loin, à en expliquer la cause par un certain nombre de coupes prises en différents endroits de nos chaînes jurassiques.

J'ai pu étudier ces marnes à plusieurs reprises; mais il ne m'a pas été possible d'y trouver la moindre trace de stratification, et, partant, de voir comment se fait le raccordement de ces deux inclinaisons si différentes. J'y ai bien reconnu des espèces de lignes de stratification; j'ai pu en suivre quelques-unes à d'assez grandes distances, une vingtaine de mètres; mais je me suis bien vite aperçu qu'elles se croisaient et s'entrelaçaient dans tous les sens. Cependant pour certaines de ces lignes et surtout pour celles que j'ai pu poursuivre sur une plus grande étendue, j'ai remarqué un certain parallélisme avec les couches de l'oxfordien supérieur.

Quand on en détachait un bloc, on remarquait que les surfaces correspondantes à ces lignes, étaient luisantes avec un aspect bitumineux et plus noir que l'intérieur.

J'y ai recueilli les espèces suivantes:

Sphenodus longidens, Ag.	Ammonites Henrici, d'Orb.
Clytia ventrosa, Meyr.	„ curvicosta, Opp.
Serpula Deshayesi, Münst.	„ oculatus, Phill.
„ sp.	„ Goliathus, d'Orb.
Belemnites hastatus, Blainv.	„ Suevicus, Opp.
„ Sauvanausus, d'Orb.	„ crenatus, Brug.
Nautilus granulosus, d'Orb.	„ syn. Renggeri, Opp. syn. dentatus, Ziet.
Aptychus lamellosus, Qu.	„ Mariae, d'Orb.
Ammonites coronatus, Brug.	„ Eugeni, d'Orb.
„ subcostarius, Opp.	„ biplex, d'Orb.
„ hecticus, Hartm.	„ biarmatus, Ziet.
„ cordatus, Sow.	„ Lamberti, Sow.
„ torosus, d'Orb.	„ tortisulcatus, d'Orb.
„ plicatilis, Sow.	„ lunula, Ziet.

Ammonites denticulatus, Ziet.
„ sp.
Turritella Moschardi, Th.
„ Ebersteini, Th.
Pleurotomaria granulata, Sow.
Turbo Meriani, Goldf.
„ bijugatus, Qu.
Trochus Cartieri, Th.
Rostellaria Danielis, Th.
„ Gagnebini, Th.
Cerithium Russiense, d'Orb.
Astarte undata, Münst.
Arca.
Cucullea parvula, Ziet.
Nucula Dewalquei, Opp.
„ ornati, Qu.
„ compressa, Mer.
„ lacrymae, Qu.
Nucula Palmae, Qu.
Pecten subspinosus, Schl.
Avicula Munsteri, Goldf.
Plicatula subserrata, Goldf.
Ostrea, sp.
Terebratula Calloviensis, d'Orb.
„ impressa, Br.
„ sp.
Rhynchonella Thurmanni, Voltz.
Discina, sp.
Diastopora, sp.
Pseudodiadema superbum, Ag.
Cidaris, sp.
Pentacrinus pentagonalis, Goldf.
Asterias jurensis, Qu.
Antedon asper? Qu.
Anthophyllum Erguellense, Th.
Nodosaria, sp.

J'ai remarqué que les gastéropodes sont numériquement bien moins nombreux que dans les autres stations oxfordiennes du Jura bernois, quelques exemplaires pour une espèce; tandis que bien des espèces d'Ammonites y sont représentées, chacune, par des milliers d'individus.

Nous avons vu, que le fer sous-oxfordien ou couche à Am. ornatus est relevé verticalement. La puissance de cette couche est d'un mètre environ, et se compose d'un calcaire grisâtre, marno-compacte, avec des rognons plus durs; ils sont souvent ocracés, et renferment quantité de grains de fer miliaires.

Cette couche se détache nettement de l'oxfordien d'un côté, et de l'autre, de la dalle nacrée qu'elle recouvre. Voici la liste des fossiles que nous y avons recueillis:

Belemnites hastatus, Blainv.
„ latesulcatus, d'Orb.
Aptychus Berno-jurensis, Th.
„ heteropora, Voltz.
Serpula heliciformis, Goldf.
Ammonites athleta, Phill.
„ Backeriae, Sow.
„ Arduennensis, d'Orb.
„ Brighti, Opp.
„ funatus, Opp.
„ anceps, Rein.
„ Lamberti, Sow.
„ coronatus, Brug.
„ tortisulcatus, d'Orb.
„ lunula, Ziet.
„ punctatus, Stahl.
Ammonites plicatilis, Sow.
„ hecticus, Qu.
„ biplex, Sow.
„ sp.
Melania lineata, Qu.
Natica crithea, d'Orb.
Pleurotomaria Niobe, d'Orb.
„ macrocephalus, Qu.
Turbo Meriani, Goldf.
Muricida semicarinata, Qu.
Trigonia interlaevigata, Qu.
Nucula variabilis, Qu.
Avicula inaequivalvis, Sow.
Lima.
Pecten vagans, Sow.
„ sp.

Hinnites, sp.	Collyrites, sp.
Ostrea, sp.	Holectypus punctulatus, Des.
Terebratula biappendiculata, Desl.	Pseudodiadema Glovelierensis, de Lor. nov. sp.
„ pala, v. Buch.	„ nov. sp.
„ dorsoplicata, Suess.	Cyclocrinus macrocephalus, P. de Lor.
Rhynchonella triplicosa, Qu.	Millericrinus cfr. impressae, Qu.
„ minuta, Buv.	„ sp.
„ Royeriana, d'Orb.	Pentacrinus, sp.

La dalle nacrée, développée sur une longueur d'environ trente mètres selon l'axe du tunnel, succède à la couche à Am. ornatus et lui sert d'assise. Elle a le même aspect qu'on lui connaît partout, cependant avec une teinte plus grisâtre et plus sombre qu'à la surface du sol; elle est aussi relevée verticalement.

Après la dalle nacrée on rencontre une couche de marnes noires, un peu sableuses et très délitables, de six mètres de puissance, et reposant sur les couches à Rhynchonella varians. La rencontre de cette couche, dans cette position, me mit dans un certain embarras, car, au premier abord, je ne pus y rencontrer de fossiles. Cependant je me rappelai que, quelques années auparavant, j'avais rencontré, au Sud-Est et au Sud-Ouest d'Esserfallon, dans la même position stratigraphique, une couche de marne de même nature, d'environ un mètre de puissance, où je recueillis en abondance une Terebratula et un Mespilocrinus, que M. P. Choffat détermina sous les noms de Waldheima subrugata, Desl. et Mespilocrinus macrocephalus, Qu. (Cyclocrinus macrocephalus (Qu.) P. de Lor.). D'après lui [1]) la W. subrugata se trouve, du Randen au département de l'Ain, soit dans la zône de l'Am. macrocephalus, soit dans le callovien supérieur.

Cette même assise a aussi été observée à la sortie du petit tunnel de Malvie, du côté du viaduc. On voit encore ces marnes à côté de la maçonnerie de la tête du tunnel.

Après de nombreuses recherches, j'ai pu recueillir les espèces suivantes que M. Choffat a bien voulu me déterminer:

Ammonites macrocephalus, Schl.	Ammonites sulciferus, Opp.
„ funatus, Opp.	„ curvicosta, Opp.
„ Moorei, Opp.	Pholadomya Murchisoni, Sow.
„ Herweyi, Sow.	Collyrites ovalis Cott.

D'après les fossiles ci-dessus et les observations de M. Choffat [2]), la dalle nacrée ne forme pas la partie supérieure du Bathonien, mais bien la partie moyenne du Callovien.

La couche à Rhynchonella varians (calcaire roux sableux de Thurmann), développée sur une longueur d'environ vingt mètres, se présente sous la forme d'un calcaire assez compacte, avec intercalation de bancs marno-calcaires. Les strates, qui, à la partie supérieure, sont encore relevés perpendiculairement, s'infléchissent peu à peu contre le nord, et

[1]) Esquisse du callovien et de l'oxfordien dans le Jura occidental et le Jura méridional, pag. 19 et 20.
[2]) loc. cit.

ont une inclinaison de 85° au contact des couches à Am. Humphriesianus. Tout le Bathonien, développé sur une longueur d'environ 190 mètres, n'offre rien de particulier à signaler: différentes assises marneuses, surtout vers le milieu de l'étage, ont été traversées, mais n'ont pu être étudiées.

Les couches à Am. Humphriesianus se composent de bancs de calcaire minces, de couleur grise très foncée, avec alternances de marnes sableuses de même couleur. Ces calcaires et ces marnes sont traversés de nombreuses veines de carbonate de chaux cristallisé; on y rencontre aussi un grand nombre de géodes dont l'intérieur est tapissé de cristaux, ce qui donne à ces couches un aspect tout particulier. Les polypiers y sont nombreux, mais peu déterminables.

J'y ai recueilli:

Pecten Dewalquei, Opp.
Terebratula homologaster, Ziet.
Rhynchonella quadriplicata, Ziet.
Rhynchonella adoxa, Desl.
Cidaris cucumifera, Ag.

et quelques autres fossiles peu déterminables.

Le passage aux couches à Am. Murchisonae se fait d'une manière assez insensible: les strates calcaires deviennent plus homogènes et prennent la couleur ocracée qu'on leur connaît. Vers la base, on remarque plusieurs alternances de marnes brunes; les bancs calcaires intercalés sont très ferrugineux. L'inclinaison des couches au contact des marnes à Am. opalinus est de 76°. J'ai constaté la présence de l'Am. Murchisonae, et de quelques autres fossiles habituels à ces couches.

Après le dernier banc calcaire du sous-étage précédent, se trouvent des marnes noires, sableuses, avec paillettes de mica blanc, développées sur une longueur de 100^{m}. Elles forment une voûte complète et se retrouvent à la tête du tunnel de Montmelon sur une longueur de 200^{m}. Vers leur base, à huit mètres des schistes à Posidonies, j'ai remarqué une couche de 10^{cm} d'épaisseur où l'Esthiera Suessi se trouve en quantité tellement considérable, qu'elle a pris une teinte blanchâtre et a perdu toute sa cohésion. Non loin de cette couche, l'on a rencontré deux sources: l'une salée, l'autre sulfureuse; elles ont cessé de couler au bout d'un certain temps.

Les marnes à Am. opalinus ont ici une puissance de 60 à 70^{m}. Nous verrons qu'au tunnel de la Croix, elles en atteignent une bien plus considérable.

Des circonstances par trop défavorables ne m'ont pas permis d'étudier le lias comme je l'aurais voulu, malgré tout l'intérêt que ce terrain peut présenter dans le Jura bernois, vu la rareté de ses affleurements. Cependant, j'ai pu constater la présence et étudier les sous-étages suivants: les schistes à Posidonies, les couches à Terebr. numismalis et le calcaire à Gryphées. Au-dessus de ces calcaires se trouve une couche de marnes noires de 22^{cm} d'épaisseur. Les bancs à Cardinies ne forment pas de couche distincte et se confondent avec le calcaire à Gryphées.

J'ai recueilli les fossiles suivants dans ces différentes zônes:

a. **Schistes à Posidonies.**

Teleosaurus.
Leptolepis Bronnii, Ag.
Onychites runcinatus, Qu.
Belemnites aquarius, Schl.
Ammonites, sp.
Avicula Sinemuriensis, d'Orb.
Inoceramus cinctus, Goldf.
Discina papyracea, Mü.
„ sp.

b. **Couche à Terebr. numismalis.**

Belemnites elongatus, Miller.
Ammonites Davoei, Sow.
„ capricornus, Schloth.
Helicina cfr. expansa, Sow.
Unicardium Janthe, d'Orb.
Avicula cfr. Sinemuriensis, d'Orb.
Pecten textorius, Schl.
„ priscus, Schl.
„ cfr. calvus, d'Orb.
Plicatula spinosa, Sow.
Gryphaea cymbium, Lam.
„ obliqua, Goldf.
Rhynchonella cf. furcillata, Theod.
„ Buchii, Roem.
Spirifer Münsteri, Dav.
Lingula, sp.
Pentacrinus basaltiformis, Mill.
Antodon, sp.

A un niveau un peu inférieur:

Ammonites bifer, Qu.
„ raricostatus, Ziet.

c. **Calcaire à Gryphées.**

Belemnites acutus, Mill.
„ Oppeli, May.
Nautilus, sp.
Ammonites raricostatus, Ziet.
„ Bradleyi, Buchm.
„ oxynatus, Qu.
Pleurotomaria polita, Goldf.
„ anglica, Goldf.
Pholadomya corrugata, K. et D.
Pleuromya crassa, Ag.
Myoconcha scabra, Terq. et Piette.
Cardinia crassiuscula, Sow.
„ concinna, Sow.
Pinna Hartmanni, Ziet.
Lima gigantea, Sow.
„ pectinoides, Sow.
„ sp.
Pecten Hehli, d'Orb.
„ texturatus, Münst.
Gryphaea arcuata, Lam.
Waldheima cor, Lam.
Rhynchonella Deffneri, Opp.
„ plicatissima, Qu.
Spirifer Walcotti, Sow.
„ verrucosus, Suess.
Pentacrinus crassus, Des.
„ tuberculatus, Mill.
„ ranina, Suess.

Le calcaire à gryphées est riche en cristaux de sulfate de chaux, de baryte, de strontiane et autres non encore déterminés.

Au-dessous des calcaires à gryphées, se trouvent des marnes calcaires, noires, fissiles, se délitant rapidement en feuillets d'une extrême ténuité. Elles sont d'une grande homogénéité jusqu'à trois mètres de puissance. Là, on voit apparaître une mince couche de grès sableux gris-verdâtre, ne dépassant pas un millimètre d'épaisseur, et ensuite une couche de marne d'un centimètre, de même nature qu'en haut. Les alternances de grès et de marne continuent ainsi, seulement l'épaisseur des couches de grès augmente, de manière qu'à 3,60^{m} au-dessous des calcaires à gryphées, les deux couches ont une égale épaisseur,

un centimètre. Jusqu'à 4,10m l'épaisseur des couches gréseuses augmente, tandis que celle des marnes diminue. Je n'ai pas pu observer le passage au grès pur, ce passage se faisant au-dessous du tunnel. Ces couches sont traversées par des veines de gypse blanc.

Au commencement de ces alternances se trouve une couche d'une sorte de calcaire sableux, noir, très dur; il renferme une grande quantité de dents de poisson et des dents de sauriens, mais en moins grand nombre: c'est le Bone-bed. Dans les couches avoisinantes supérieures, quelques espèces de bivalves sont assez fortement représentées. Dans les marnes mêmes, je n'ai pas rencontré de fossiles et, en particulier, aucun insecte.

Voici la liste de ces fossiles:

Termatosaurus crocodilinus, Qu., fragments de mâchoire et d'une vertèbre.
Saurichthys acuminatus, Ag.
Hybodus minor, Ag.
„ cloacinus, Qu., fragments de dents et rayon de nageoire.
Acrodus minimus, Ag.
Gyrolepis tenuistriatus, Ag.
Lepidotus, Tetragonolepis, Darpedius } écailles appartenant probablement à ces genres.
Nemacanthus filifer? Ag.
syn. Demacanthus cloacinus, Qu.
Cardium cloacinum, Qu.
„ Terquemi, Martin.
„ Rhaeticum, Mér.
„ sp.
Pecten cloacinus, Qu.
Posidonomya sp. ind.
Ostrea Montis caprilis, Klips.
syn. O. Marcignyana, Martin.
Anomya sp. Qu.
Discina sp. ind. Terq. et Piette.
syn. problematica, Qu.

TUNNEL DE LA CROIX.

Le tunnel de la Croix relie la vallée du Doubs à l'Ajoie. La tête de ce tunnel, du côté de St-Ursanne, se trouve dans la partie supérieure des couches à Am. Humphriesianus, relevées verticalement; le tunnel traverse ces couches de même que celles à Am. Murchisonae, et l'on arrive aux marnes à Am. opalinus à 150m environ de la tête. Comme ces couches sont traversées très obliquement et en courbe, il est impossible d'indiquer leur puissance avec quelque exactitude. J'ai recueilli les quelques fossiles suivants dans les couches à Am. Murchisonae:

Sphenodus.
Serpula quadrilatera, Goldf.
Nautilus lineatus, Sow.
Ammonites Murchisonae, Sow.
Pholadomya.
Pleuromya tenuistria, Mü.
Avicula Münsteri, Bron.
Lima cf. semicircularis, Mü.
Pecten ambiguus, Sow.
Hinnites abjectus, M. et L.
Terebratula cf. ovoides, Sow.
Rhynchonella adoxa, Desl.
Diastopora.
Asterias.
Pentacrinus.

Les marnes à Am. opalinus, d'abord relevées presque verticalement, ne tardent pas (à 75m) à s'infléchir subitement et à prendre une inclinaison de 16° nord. Elles se poursuivent ensuite sans interruption, en faisant une double ondulation sur une longueur de 1700m, jusqu'au sommet de la voûte, où elles sont brisées. Sur tout ce parcours, elles sont d'une homogénéité parfaite, sauf, vers le milieu, sur un espace d'environ 50m, où elles ont subi une espèce de métamorphisme. Là, elles sont plus dures, moins délitables, prennent tout à fait l'aspect du calcaire et sont traversées par des veines de carbonate de chaux qui coupent les strates sous un angle de 50°. Malgré cela, la stratification primitive est toujours très distincte. Ces marnes sont très régulièrement et puissamment stratifiées, les strates ayant généralement de 70cm à 1m d'épaisseur.

A environ 330m au sud du puits, la voûte a effleuré la limite des couches à Am. Murchisonae sur une longueur de plus de 150 mètres. La limite entre ces deux sous-étages est formée par un banc de cailloux arrondis, très plats, atteignant 20cm de longueur, d'un calcaire brun et couverts de débris fossiles où dominent de petites ostrea.

Voici la liste des fossiles que j'ai recueillis, principalement à la décharge de Saint-Ursanne:

Belemnites Rhenanus, Opp.
„ conoideus, Opp.
„ serpulatus, Qu.
„ curtus, d'Orb.
„ pyramidalis, Mü.
„ dorsetensis, Opp.
„ Quenstedti, Opp.
„ Schloenbachi, May.
„ breviformis, Voltz.
Ammonites opalinus, Mandelsloh.
„ Aalensis, Ziet.
„ lineatus opalinus, Qu.
„ heterophylloides, Opp.
„ costula, Reinecke.
Turbo subduplicatus, d'Orb.
Turbo capitaneus, Münst.
„ sp. ind.
Cerithium.
Astarte Voltzii, Goldf.
Nucula Hammeri, Defr.
„ sp.
Leda Diana, d'Orb.
„ rostralis, Lam.
Posidonomya Suessi, Opp.
Perna.
Inoceramus fuscus, Qu.
Pecten cingulatus, Goldf.
Cotyloderma, sp.
Débris de plantes indéterminables.

Nous avons vu que les couches à Am. opalinus sont brisées au sommet de la voûte; cette rupture, large de 210m, correspond à la grande brisure qui forme le cirque Montterri-Grangeguéron; cette large déchirure a ensuite été à moitié remplie par toutes sortes de détritus: j'ai reconnu là un énorme bloc de dalle nacrée, des lambeaux d'oxfordien avec fossiles. Lorsque la galerie d'avancement est arrivée à cette rupture des couches, on a naturellement rencontré une forte source, qui fournissait 7 à 8 litres à la seconde [1]).

[1]) On a voulu la barricader; mais comme elle subissait une pression de près de 13 atmosphères, tous les travaux faits dans ce but ont été inutiles; elle a dû être épuisée par le puits jusqu'au percement depuis l'autre côté.

De l'autre côté de la rupture, on retrouve les marnes à Am. opalinus, développées encore sur une longueur d'environ 70 mètres [1]). La stratification d'abord obscure, devient visible vers le haut des couches, que nous trouvons relevées verticalement; au contact des couches à Am. Humphriesianus, elles sont renversées, et ont une inclinaison de 114°. A mesure que l'on s'avance vers le Nord, c'est-à-dire que l'on remonte les différents étages, le renversement s'accentue toujours davantage; c'est ainsi que l'inclinaison est de 117° entre le bajocien et le bathonien, de 130° vers le milieu de cet étage et de 145° à l'oxfordien. Ces différents étages ne présentent rien de particulier, sauf le renversement graduel de leurs couches, jusques et y compris l'oxfordien.

Les marnes à Am. macrocephalus sont à peine indiquées par une faible couche. La dalle nacrée est développée sur une longueur de 34^{m}. La couche à Am. ornatus, d'un mètre de puissance, est riche en fossiles; voici la liste de ceux que j'ai recueillis, naturellement sur un espace fort restreint:

Serpula quadrilatera, Goldf.
„ conformis, Goldf.
Belemnites hastatus, Blainv.
„ latesulcatus, d'Orb.
Ammonites Lamberti, Sow.
„ vexator, May. nov. sp.
„ anceps, Rein.
„ calloviensis, Sow.
„ athleta, Phill.
„ pustulatus, Rein.
„ punctatus, Opp.
„ punctatus, Stahl. non Opp.
„ coronatus, Brug.
„ lunula, Ziet.
Ammonites modiolaris, Lwyd.
Pleurotomaria Niobe, d'Orb.
Pholadomya Escheri, Ag.
Lucina, sp.
Fimbria, sp.
Astarte, nov. sp.
Avicula inaequivalvis, Sow.
Lima pectiniformis, Schloth.
Terebratula subcanaliculata, Opp.
„ dorsoplicata, Suess.
Diastopora verrucosa, Edw.
Holectypus punctulatus, Des.
Asterias jurensis, Goldf.

L'oxfordien, si développé au tunnel de Glovelier, ne l'est ici que sur une longueur de 20^{m} à peine. Ici, au lieu de servir de base au corallien, il s'appuie en quelque sorte sur les couches presque horizontales du Virgulien et du Tongrien.

La tête du tunnel est construite dans le Tongrien, qui se présente ici sous la forme d'un calcaire jaune, dur, à strates de 40 à 60^{cm}. J'y ai recueilli des dents de Lamna, des Natica, Venus etc. Ces fossiles ne sont pas encore déterminés. Dans la tranchée qui aboutit à la tête du tunnel, on a trouvé une portion de squelette avec quelques côtes, appartenant probablement au genre Halianassa.

[1]) Ces marnes sont donc développées sur une longueur de 2000 mètres sans interruption; je ne parle pas du Lias comme affleurant: je n'en ai pas vu de vestiges pendant les travaux d'excavation. Après la construction du radier, qui a été fait sur toute l'étendue de ces marnes, j'ai trouvé quelques gryphea cymbium à la décharge du puits, mais pas de traces de schistes à posidonies, qui sont cependant très reconnaissables.

Après cet aperçu rapide sur les différentes couches qui ont été traversées par les tunnels du Doubs, je crois qu'il ne sera pas sans intérêt de revenir sur certains faits saillants, et d'insister sur leur importance au double point de vue de la stratigraphie et de la géologie.

TUNNEL DE GLOVELIER.

1°. La différence considérable qui existe entre l'inclinaison des couches supérieures et inférieures de l'oxfordien (34° et 100°), et qui a pour conséquence un développement exagéré de celui-ci, ne pourrait-elle pas être attribuée à une cause constante et naturelle dont l'action se serait fait sentir aussi sur d'autres chaînes du Jura, en produisant des effets analogues? Je crois pouvoir dire oui, et j'appellerai cette cause, *l'affaissement des crêts jurassiques*. Je vais essayer de le démontrer.

Le soulèvement [1]) des différentes chaînes de montagnes, s'est, d'après Lyell, opéré d'une manière très lente. Selon moi, il en a été de même pour les chaînes du Jura, dont le soulèvement a commencé avant la fin de l'époque jurassique même et s'est continué pendant les époques crétacée et tertiaire. Cependant il est admissible, et il est même probable, qu'à la fin de cette dernière époque, le mouvement se soit fortement accentué, que des agents dont il est impossible d'apprécier la puissance, aient agi avec plus ou moins d'intensité, suivant les chaînes et les lieux, pour donner au Jura son relief actuel, avec tous ses accidents, ses soulèvements de 1er, 2e et 3e ordre, ses gorges, cluses, ruz, etc., sauf certaines modifications qui ont pu survenir pendant la longue période glaciaire, ou dont cette période a été la cause directe [2]).

Ainsi j'estime qu'à la fin de l'époque tertiaire, des soulèvements de 1er et de 2^{d} ordre devaient sensiblement se rapprocher des fig. 1 et 4 de la planche III. Mais si l'on prend des coupes réelles, fig. 2 et 3, au lieu de voûtes à plein cintre, nous aurons des voûtes

---

[1]) En me servant de cette expression, je fais toute réserve touchant la théorie de la formation des chaînes de montagnes.

[2]) A l'appui de ce qui précède, je dirai brièvement:

1°. Si l'on considère une voûte de 1er ordre, sans ruptures quelconques (je ne parle pas ici des cluses qui nous permettent de les observer), on ne peut guère admettre qu'elle soit le résultat d'un soulèvement brusque, d'un seul jet, si je puis m'exprimer ainsi. En outre, dans une grande partie du Jura bernois, on ne rencontre aucun dépôt de l'époque crétacée: là, le sol devait donc être émergé.

2°. Les nombreux mammifères du sidérolitique, trouvés à Oberbuchsiten, Egerkinden, Obergösgen, Aarau, Moutier, le val de Delémont, etc. et qui appartiennent à l'éocène inférieur et moyen (Dr L. Rutimeyer, Denkschriften der allgem. Schweiz. Gesellschaft, vol. XIX), n'ont pu vivre que sur des terres fermes très rapprochées (Mœsch, Beitraege, etc., liv. IV, page 215; Paul Choffat, Tribune du peuple du 31 Déc. 1874). Il en est de même des mammifères plus récents de Vermes, de Saules, du Locle, des nombreux mollusques terrestres du val de Delémont, de Sornetan, de Tramelan, du Locle et de toute la flore de cette période.

surbaissées. Les flancs sont devenus perpendiculaires ou à peu près, et le sommet s'est aplati. Cet aplatissement, causé par la pression des couches supérieures sur les marnes astartiennes et oxfordiennes, pression qui a encore été augmentée pendant l'époque glaciaire, n'a pu avoir d'influence sensible sur le noyau central oolithique. Ces marnes ont dû perdre de leur puissance au sommet pour en gagner aux reins de la voûte. On trouvera en outre cette forme de voûte dans les cluses de Moutier, de Court, Rondchâtel, etc. Je citerai tout particulièrement la partie Est des Roches de Moutier: à la partie nord de la voûte, le ploiement aux reins est à peu près à angle droit.

Si nous passons à une chaîne du 2^{d} ordre, nous aurons des résultats un peu différents. Prenons par exemple les deux coupes, fig. 5 et 6, prises dans la même chaîne de Vellerat, l'une à la Cendre, un peu à l'Ouest de ce village[1]), et l'autre aux Fouchies, commune de Courtetelle. Comme dans les cas précédents, les flancs sont redressés verticalement et même renversés ou rabattus, comme on le voit au ruz de Châtillon. Au sommet de l'abrupte (du côté du nord), à la cote de 700^{m}, la pente change brusquement, pour devenir bien moins forte et très régulière jusqu'au sommet du crêt corallien.

La pression exercée par tout le crêt jurassique sur les marnes oxfordiennes, pression qui a encore été augmentée pendant l'époque glaciaire, tendait nécessairement à le faire glisser sur ces marnes, servant de plan incliné, vers le fond de la vallée. Mais les mêmes couches du Jura supérieur situées au pied de la chaîne, ou dans l'intervalle de deux chaînes, recouvertes en outre de tous les dépôts tertiaires, devaient résister à cette pression, et cette pression a dû s'exercer sur le point le plus faible qui devait naturellement se trouver vers la partie supérieure des dépôts tertiaires, aux reins de la voûte.

C'est en effet là que les couches se sont peu à peu coudées et redressées jusqu'à devenir verticales, ou même rabattues sur le tertiaire. Il en est résulté, le noyau oolithique ne subissant pas cette influence, un espace plus ou moins considérable, mais qui se comblait, au fur et à mesure qu'il se formait, par les couches de l'oxfordien même, entraînées par le glissement et le frottement des couches supérieures. On peut facilement observer ce fait partout où il y a des ruz: à l'Ouest de Vellerat, aux ruz de Châtillon et de l'Essert. Là, on verra facilement, qu'au coude des couches, vers la cote de 700^{m} l'oxfordien a une puissance à peu près double de celle qu'il a près du sommet du Crêt.

Voici encore deux coupes (pl. III, fig. 7 et 8) prises à la chaîne du Mont-Terrible, à Develier-dessus, et un peu plus à l'Est, au tournant de la route de Bourrignon. Ici, le Jura supérieur n'est pas seulement redressé, mais encore rabattu sur le terrain tertiaire. M^{r} le professeur Bonanomi, qui, dans le temps, a exploité comme ingénieur civil des mines, le minerai sidérolitique de cette localité, a bien voulu me communiquer les renseignements suivants sur cette exploitation. Une galerie principale, percée dans le tertiaire moyen, a

[1]) Toutes les coupes réelles, figurées à la planche III, sont tirées de la carte fédérale à l'échelle de 1 à 25000; les hauteurs sont à la même échelle.

été poussée jusqu'à environ 150^{m} sous le massif du Jura supérieur. Par cette galerie, et au moyen de puits, on a exploité le minerai qui se trouvait dans sa position normale, et, au moyen de *cheminées*, le même minerai qui se trouvait sous le terrain jurassique renversé[1]).

Je ne m'étendrai pas davantage sur cette question; je me bornerai à faire encore observer que si, au tunnel de Glovelier, on ôtait 100^{m} de l'oxfordien, quantité égale au renversement de Develier-dessus, on se rapprocherait singulièrement de la puissance normale de cet étage. En outre et selon moi, lorsque l'on voudra évaluer la puissance d'étages essentiellement marneux, comme l'oxfordien et les marnes à Am. opalinus, et surtout lorsque les couches calcaires supérieures auront été déchirées, il faudra tenir compte de l'affaissement des crêts coralliens ou oolithiques, si l'on ne veut pas s'exposer à commettre des erreurs plus ou moins graves en plus ou en moins, selon la position où l'on se trouve. C'est probablement parce que, jusqu'ici, on n'a pas tenu assez compte de ce fait, que l'on trouve, dans les auteurs, de si grandes différences dans l'appréciation de la puissance de certaines couches, dans la même contrée.

2°. La dalle nacrée étant intercalée entre la couche à Am. macrocephalus et celle à Am. ornatus, il s'ensuit qu'on ne peut plus la considérer comme formant le dernier membre du Bathonien, mais qu'elle doit être classée dans le Callovien; ceci entraîne quelques modifications dans la délimitation des étages tels qu'on les a considérés jusqu'ici. C'est ainsi que le Bathonien se terminera par le calcaire roux sableux de Thurmann ou couches à Rhynchonella varians, comme cela a lieu du reste dans tout le Jura oriental. Le Callovien se composera des trois sous-étages suivants: la couche à Am. macrocephalus, la dalle nacrée et le fer sous-oxfordien ou couche à Am. ornatus. Ici, ces trois sous-étages sont très nettement séparés les uns des autres et des étages voisins: je n'ai pu y découvrir la moindre trace de passage de l'un à l'autre. Ceci nous prouverait que les oscillations du sol, et les modifications dans la nature du fonds de la mer qui en ont été la conséquence, ont été subites et considérables. Aussi, c'est à partir du Callovien que l'on constate ces différences paléontologiques et pétrographiques si tranchées qui existent entre le Jura bernois et le Jura oriental.

Qu'on me permette de dire ici quelques mots sur la manière dont j'envisage l'oxfordien et le Jura supérieur, dans le cercle restreint du Jura bernois à l'exclusion des chaînes méridionales.

Dans l'oxfordien, je considère deux sous-étages ou zônes: les marnes à fossiles pyriteux ou zône à Am. Renggeri, Opp.[2]), et l'oxfordien supérieur ou zône à Am. lingulatus et unicardium globosum, d'Orb. Tout l'étage comprendrait les zônes à Am. cordatus, plicatilis

---

[1]) Un peu plus à l'Ouest, près de Montavon, les galeries d'exploitation sont actuellement poussées assez en avant sous le terrain jurassique supérieur.

[2]) Esquisse du Callovien et de l'Oxfordien, pag. 35.

et Henrici. Je citerai comme localités types: pour la première zône, Châtillon et Graitery; pour la seconde, la Pâturatte [1]).

Le corallien commencerait avec les premiers bancs à échinides et crinoïdes: Cidaris florigemma, Blumenbachii, cervicalis, Hemicidaris crenularis, intermedia, etc. Apiocrinus rosaceus, Millericrinus horridus et Escheri; il se terminerait, comme je l'ai dit pag. 2, à un banc schistoïde recouvrant les calcaires à nérinées.

Je ferai cependant observer, que le Corallien, l'Astartien et une partie du Ptérocérien, jusqu'à la couche à Pseudocidaris Thurmanni, forment paléontologiquement un tout, où les subdivisions, nécessaires pour l'étude de ce groupe, ne peuvent guère avoir de valeur que celle de sous-étage.

Le tableau suivant établi d'après ma collection, quoique très incomplète, fait cependant voir de nombreux passages d'un étage à l'autre, et même du Corallien au Ptérocérien ou zône à Pseudocidaris Thurmanni. Avec une collection bien déterminée et collationnée, cette liste serait encore bien plus nombreuse [2]).

	Corallien	Astartien	Ptérocérien (couche à Pseudocidaris Thurmanni)
Cidaris florigemma, Phill.	1	1	1
„ Blumenbachii, Münst.	1	1	»
„ cervicalis, Ag.	1	1	1
Hemicidaris intermedia, Forbes.	1	1	1
„ diadematа, Ag.	1 [3])	1	1
Pseudodiadema neglectum, Des.	1	1	1
„ hemisphaericum, Ag.	1	1	»
„ florescens, Ag.	1	1	»
Glypticus hieroglyphicus, Ag.	1	1	»
„ integer, Des.	1	1	»
Stomechinus perlatus, Des.	1	1	»
Holectypus corallinus, d'Orb.	1	»	1
Pseudosalenia aspera, Des.	1	»	1
Acrosalenia angularis, Et.	1	1	»
Pygurus Blumenbachii, Ag.	»	1	1
„ tenuis, Des.	»	1	1
Rhynchonella inconstans, Sow.	1	1	1

[1]) La Pâturatte est une ferme située à 4 kilomètres au nord de Tramelan; un peu à l'Est de la maison, se trouve une petite marnière avec quelques bancs de chailles renfermant une grande quantité d'Ammonites et de lamellibranches parfaitement conservés. On n'y rencontre ni échinides ni crinoïdes.

[2]) Mr Mœsch (Beitraege etc. Liv. IV, pag. 277) a publié une liste nombreuse de fossiles passant dans un ou plusieurs étages.

[3]) Collection Koby.

	Corallien	Astartien	Ptérocérien (couche à Pseudocidaris Thurmanni)
Terebratula humeralis, Roem.	»	1	1
„ suprajurensis, Th.	»	1	1
Ostrea cotyledon, Ctj.	»	1	1
Mytilus subpectinatus, d'Orb.	1	1	1
Trigonia suprajurensis, Ag.	»	1	1
„ geographica, Ag.	»	1	1
Corimya Studeri, Ag.	»	1	1
Pholadomya paucicosta, Roem.	1 [1])	1	1
„ hortulana, d'Orb.	»	1	1
Bulla suprajurensis, Roem.	»	1	1
Turbo princeps, Roem.	1	1	1
Natica hemisphaerica, Roem.	»	1	1
Phasianella striata, d'Orb.	1	1	1
Serpula medusida, Th.	»	1	1
Strophodus reticulatus, Ag.	»	1	1

Comme on le voit dans ce petit tableau, la faune de la couche à Pseudocidaris Thurmanni, quoiqu'elle ait été considérée jusqu'à présent comme ptérocérienne, a cependant une grande affinité avec les faunes astartiennes et coralliennes; et, ce qui est à remarquer, la plupart de ces espèces communes ne remontent pas plus haut.

Cette couche marno-calcaire, d'environ 80^{cm} d'épaisseur, est développée sur une assez grande étendue géographique: je l'ai reconnue dans les carrières supérieures de Soleure, dans les gorges de Courrendlin, du Pichoux, aux environs de Glovelier, à la Pierre-percée près de Courgenay, et surtout dans les carrières du Vorbourg près de Delémont, où elle est riche en fossiles bien conservés. Elle forme donc un horizon précieux sous tous les rapports, et pourrait servir de limite précise aux étages astartien et ptérocérien [2]). C'est du reste là que d'Orbigny terminait son étage corallien [3]).

3°. On a vu que les couches infraliasiques se relient d'une manière intime et insensible au grès keupérien; par contre, ces marnes se détachent nettement des calcaires à gryphées et à cardinies. Les fossiles sont absolument identiques à ceux de la Côte d'Or qu'a fait

---

[1]) Collection Koby.

[2]) Ayant visité dernièrement le musée de Porrentruy, que mon savant ami, M^r le professeur Koby, est en train de réorganiser, j'ai pu constater qu'il a adopté la même classification que celle qui figure dans ce travail; lui aussi prend cette couche à P. Thurmanni comme limite supérieure de l'Astartien.

[3]) d'Orbigny, Prodrome de paléontologie, vol. III.

connaître Mr Jules Martin[1]) et à ceux de la Souabe[2]). D'après Mr Mœsch[3]) le Bone-bed n'existe pas en Argovie; il a été reconnu à différents endroits de Bâle-Campagne, entre autres à Giebenach et à Schönthal, mais pas dans le Jura bernois, ce qui s'explique par le nombre restreint d'affleurements keupériens qui sont généralement recouverts.

Ce n'est que ces dernières années que ces assises ont fait et font encore l'objet d'études approfondies; mais les auteurs ne sont pas d'accord sur leurs rapports stratigraphiques. Les uns, entre autres Mr Lavallois, qui a étudié les couches à Avicula contorta de l'Ardenne au Morvan, les considère comme *couches de jonction*, formant un trait d'union entre les faunes du Muschelkalk et du Lias[4]); il considère le grès dit infraliasique comme triasique plus tôt que comme liasique: il prendrait dans cet ordre d'idées le nom de *grès supra-keupérien.*

Mr Jules Martin constate que sur 90 espèces recueillies, 52 paraissent spéciales à la zône à Avicula contorta, 6 ont déjà été signalées dans le Trias et 26 continuent à se propager dans l'Infralias proprement dit. Selon lui, «la zône à Avicula contorta n'est plus «du Keuper; c'est une période à part, spéciale jusqu'à un certain point, mais se reliant «à l'Infralias par un nombre d'espèces trop considérable relativement pour pouvoir en être «séparé»[5]).

D'après Mr Stoppani, les couches à Avicula contorta constituent un étage à part, l'étage Infraliasien[6]).

Mr Renevier réunit aussi l'infra-lias et la zône à Avicula contorta des Alpes vaudoises, qu'il désigne sous le nom d'*Etage Rhétien* au système liasique[7]).

On voit que ces auteurs sont cependant d'accord sur ce point, c'est que ces couches ont un caractère à part et spécial.

Quant à l'infra-lias et au bone-bed du tunnel de Glovelier, je n'ai pas pu étudier assez d'échantillons, recueillir assez de fossiles, en un mot, je n'ai pas assez de matériaux pour pouvoir exprimer ici une manière de voir bien autorisée. Toutefois on a vu que ces couches, stratigraphiquement, ont par excellence le caractère de *couches de jonction*, et que leur faune a aussi un caractère spécial. C'est pourquoi je les considère comme formant un étage distinct, que j'appellerai avec Mr Renevier étage Rhétien[8]).

---

[1]) Mémoires de l'Académie des arts, sciences et belles-lettres de Dijon, tome XI, 1863.
[2]) Quenstedt, der Jura.
[3]) Beiträge etc., liv. IV, pag. 41.
[4]) Bulletin de la Société géologique de France, tome XXI.
[5]) Ouvrage cité, pag. 188.
[6]) Paléontologie lombarde. Milan 1860 à 1863.
[7]) Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles, tome VIII, pag. 39.
[8]) Voir Stoppani, Paléontologie lombarde, pag. 164.

TUNNEL DE LA CROIX.

4. Pour l'intelligence de la coupe de ce tunnel, j'en ai dressé une autre, réduite de la carte (Pl. III, fig. 9), prise à environ 300^{m} à l'Ouest, comprenant tout le massif de la chaîne, ce qui n'a pas lieu pour celle du tunnel, dont l'axe se trouve en partie dans le ruz de Courtemautruy.

5. Comme on le voit d'après la coupe du tunnel de la Croix, les marnes à Am. opalinus ont été traversées sur une longueur de deux kilomètres, sans autre interruption que la rupture des couches au sommet de la voûte, et cependant, l'axe du tunnel n'est généralement pas parallèle à l'inclinaison des couches. Leur puissance doit naturellement être en rapport avec ce développement exceptionnel. Aussi, au puits du Pichoux, où l'on a pu les mesurer avec une certaine approximation, leur puissance dépasse-t-elle 120^{m}.

6. A quelle cause faut-il attribuer le renversement ou rabattement des couches sur le tertiaire et le virgulien vers la sortie du tunnel à Courtemautruy? M^{r} le D^{r} Mœsch donne une coupe[1]) de la chaîne au Monterri, construite d'après les données fournies par le forage entrepris par Thurmann et Gressly pour la recherche des couches salifères. On constate ce fait singulier, qu'après avoir traversé le Lias, le Keuper et le Muschelkalk, on retrouva ces mêmes couches dans un ordre inverse, et arrivé à la profondeur de 330^{m}, on se trouvait dans les couches du Jura supérieur.

Cette coupe explique parfaitement la position en quelque sorte anormale des couches de Monterri, mais elle ne peut pas s'appliquer d'une manière absolue au fait non moins singulier que nous a révélé le percement du tunnel à Courtemautruy. Si, outre le rabattement des couches sur le tertiaire et le virgulien, on tient compte de la puissance de l'oxfordien, réduite à 15^{m} selon l'axe du tunnel, on devra admettre, je crois, qu'il y a eu glissement des couches les unes sur les autres et rupture des mêmes couches. Mais je laisse à des géologues plus compétents que moi la tâche de résoudre ce problème.

J'aurais terminé la tâche que je me suis imposée; mais, pour compléter en quelque sorte ce petit travail, je crois qu'il ne sera pas sans intérêt de publier une liste des fossiles recueillis aux abords du viaduc de St-Ursanne (par conséquent entre les deux tunnels) dans le corallien supérieur ou zône à Cardium corallinum. Tous ces fossiles, dont plusieurs sont encore inédits, ont été recueillis dans des couches dont l'épaisseur ne dépasse pas trois mètres.

---

[1]) Moesch, Beitraege, X^{e} liv., pag. 126, et Tab. II, fig. 5.

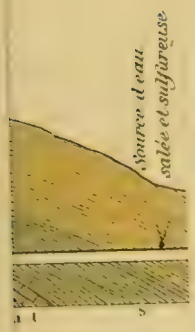
Les gastéropodes ont été déterminés par Mr Zittel, les échinides par Mr P. de Loriol, et les polipiers, en voie de publication dans les mémoires de la Société paléontologique suisse, par Mr Koby.

Belemnites, sp.
Rissoina unicarina, Buv.
Chemnitzia Cornelia, d'Orb.
„ Clio, d'Orb.
„ sp.
Nerinea Defrancei, d'Orb.
„ Bruntrutana, Th.
„ Ursiscina, Th.
„ elegans, Th.
„ nodosa, Voltz. syn. N. Calypso, d'Orb.
„ „ var. ou sp. nov.
„ Kohleri, Et.
„ speciosa, Voltz.
Natica albella, Th.
„ hemisphaerica, Roem.
„ sp.
Neritopsis Cottaldina, d'Orb.
„ decussata, d'Orb. non Münst.
Neritina pulla, Roem.
„ Matheyi, Zittel. Forme moyenne entre la N. sigaretina, Buv. et la N. Mosae, d'Orb.
„ sp.
Nerita, sp.
„ sp.
Pileolus Michaelensis, Buv.
Trochus Dirce, d'Orb.
„ Humbertianus, Buv.
„ angulato plicatus, Münst. syn. T. Daedalus, d'Orb.
„ crassicosta, Buv. syn. T. Delia, d'Orb.
„ Diomedes, d'Orb. syn. T. absolutus, Roem.
Monodonta Carretti, Guiv. et Og. syn. Chilodonta clathrata, Et.
Chilodonta bidentata, Buv.
Turbo Erinus, d'Orb.
„ Epulus, d'Orb. syn. Delphinula rugosa, Buv.
„ Eryx, d'Orb. syn. Trochus Mosensis, d'Orb.
„ corallensis, d'Orb.
„ globatus, Buv.
„ solaroides, Buv.
„ sp.
„ sp.
Delphinula (Turbo) Bonjouri, Et.
Trochotoma mastoidea, Et.
Phasianella Buvignieri, d'Orb.
Tylostoma corallina, Et.
Ditremaria quinquecincta, Ziet.
„ (Turbo) punctato sulcatus, Roem.
Pleurotomaria, sp.
Eucostoma rostellaria, Buv.
Purpuroidea Lapierra, Buv.
„ Moreausia, Buv.
Cerithium corallense, Buv.
„ (Bittium) Humbertianum, Buv.
„ septemcostatum, Roem.
„ sp. nov.
„ sp. grande espèce voisine du C. Moreanum, Buv. de l'astartien.
„ sp.
Enostoma, sp. nov.
Columbellaria, sp. nov.
Fissurella, sp.
Rimula Goldfussi, Roem.
„ cornu copiae, d'Orb.
Patella minuta, Roem.
„ corallina, d'Orb.
„ sp. nov.
Helcion, sp. nov.
Bulla, sp.
Pholadomya, sp.
Cyprina Orbignyana, Et.
Cardium corallinum, Leym.
„ septiferum, Buv.
Corbis collaris, Et.
Opis semilunulata, Et.
Astarte pseudolaevis, d'Orb.
„ sp.
„ sp.
Arca subtextata, Et.
„ sp.
„ sp.
„ (Cucullea), sp.
Lithodomus socialis, Th.
Mytilus triquetrus, Buv.
„ jurensis, Mer.
„ sp.

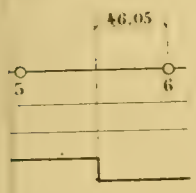
Diceras arietina, Lk.
„ ursiscinae, Et.
Lima virgulina, Th.
„ tumida, Roem.
„ ovalis, Goldf.
„ corallina, Th.
Pecten pertextus, Et.
„ qualicosta, Et.
„ solidus, Roem.
„ octocostatus, Roem.
Ostrea alligata, Et.
„ rostellaris, Münst.
„ quadrata, Et.
„ solitaria, Sow.
„ suborbicularis, Roem.
Anomia foliacea, Et.
„ nerinea, Buv.
Terebratula insignis, Schüb.
„ moravica, Glock.
Megerlia, sp.
Pygaster Gresslyi.
Pseudosalenia aspera.
Phimechinus mirabilis, Des.
Glypticus integer, Des.
Acrocidaris nobilis, Ag.
Hemipygus Matheyi, de Lor.
Pseudodiadema, sp.
Hemicidaris prunella, Des.
„ intermedia, Forb.
Rabdocidaris, sp.
Cidaris florigemma, Münst.
et deux autres espèces, probablement nouvelles, qui ne sont pas encore déterminées.
Millericrinus, quelques tiges.
Asterias.
Trochocyatus corallinus, Koby.
Dendrohelia coalescens, Goldf.
Trochosmilia excelsa, Koby.
Epismilia irregularis, Koby.
„ Laufonensis, Koby.
„ contorta, Koby.
„ multisepta, Koby.
„ crassisepta, Koby.
„ magna, Koby.
Plesiosmilia corallina, Koby.
Pleurosmilia corallina, Et.
„ compressa, Koby.
„ excavata, Koby.
Rhipidogyra flabellum, Mich.
„ percrassa, Et.
Aplosmilia semisulcata, Mich.
„ Thurmanni, Koby.
Dendrogyra rastellina, Mich.
„ Thurmanni, Et.
„ angustata, d'Orb.
Stylosmilia Michelini, Edw. et Haime.
„ corallina, Koby.
Heliocoenia corallina, Koby.
Diplocoenia Matheyi, Koby.
„ polymorpha, Koby.
Stylina Girodi, Koby.
„ lobata, Goldf.
Cryptocoenia castellum, Mich.
„ decipiens, Et.
„ libata, Goldf.
Cyathophora Thurmanni, Koby.
„ Gresslyi, Koby.
Convexastrea Bernensis, Et.

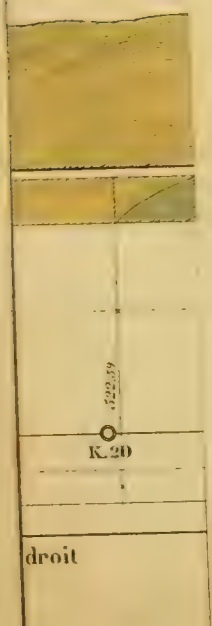
et un grand nombre d'autres espèces qui ne sont pas encore publiées.

Toutes les espèces citées ci-dessus appartiennent à mon ancienne ou à ma nouvelle collection, excepté quelques acéphales et quelques polypiers qui se trouvent dans la collection Koby.



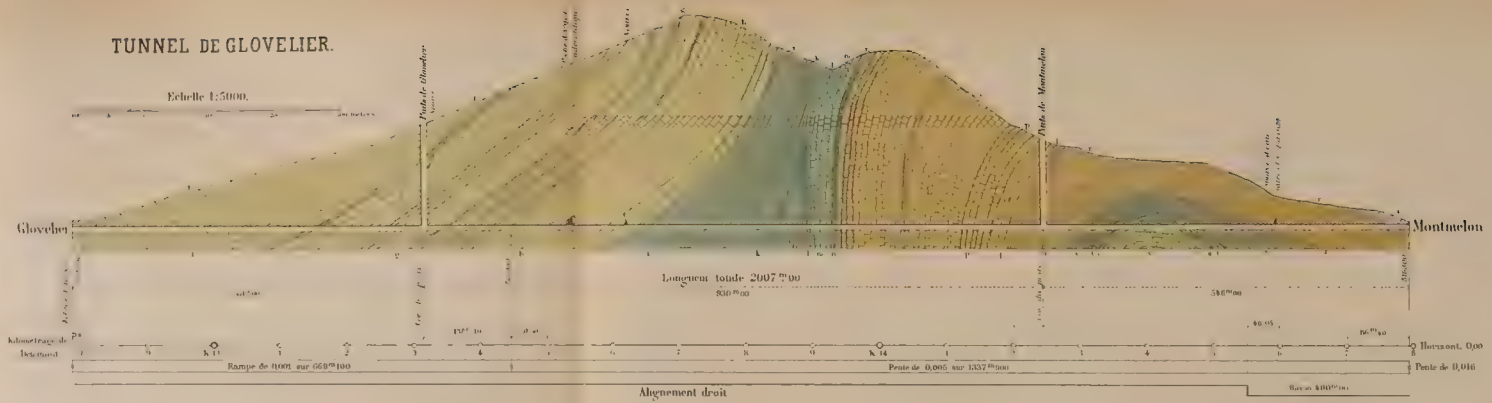
546m00





TUNNEL DE GLOVELIER.

Échelle 1:5000.

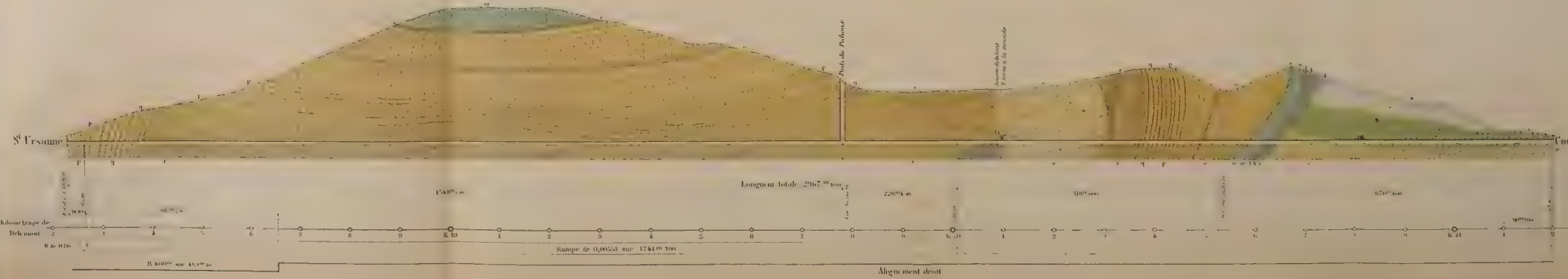


Explication des couleurs et des lettres alphabétiques

TUNNEL DE LA CROIX.

Échelle 1:5000

Planche II.



Nord

Niveau de la mer.

Nord

Niveau de la mer.

Légende.

Tertiaire

Jura supérieur

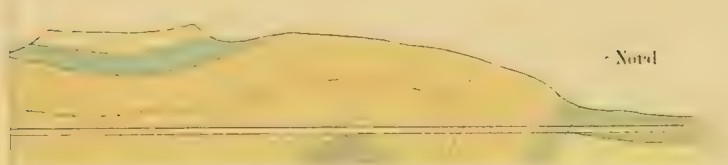
Oxfordien et Callovien

Bathonien et Bajocien

Lias

Echelles pour les N.° 1 à 8 1:50,000.
" pour le N.° 9 1:25,000.

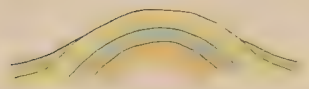
ise à 300m à l'Ouest du Tunnel de la Croix.



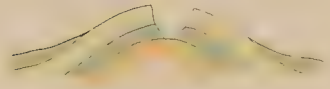
Niveau de la mer.

Etabl. topogr. de Wurster, Randegger & Cie à Winterthur

N° 1. Coupe théorique.



N° 4. Coupe théorique.



N° 7. Coupe prise au Nord de Develier-dessus.

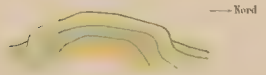
Niveau de la mer.

Légende.

- *Tertiaire*
- *Jura supérieur*
- *Oxfordien et Callovien*
- *Bathonien et Bajocien*
- *Lias*

Echelles pour les N°s 1 à 8 1:50,000.
pour le N° 9 1:25,000.

N° 2. Coupe prise à l'Est de Choindez.



N° 5. Coupe prise aux Fouchies (Courtetelle).

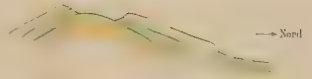
N° 8. Coupe prise à l'Est de Develier-dessus.

Niveau de la mer.

N° 9. Coupe prise à 300m. à l'Ouest du Tunnel de la Croix.

N° 3. Coupe prise au Thiergarten.

N° 6. Coupe prise à la Cendre (Courrendlin).



Niveau de la mer.

Ueber

die nivale Flora der Schweiz.

Von

Prof. Dr. Oswald Heer.

Vorwort.

Herr Prof. Oswald Heer, nachdem er im Frühjahr 1883 seine Flora fossilis arctica mit dem siebenten Bande zum Abschluss gebracht, nahm im Sommer desselben, seines letzten Lebensjahres, eine Aufgabe wieder auf, mit der er sich vor langer Zeit schon mit Vorliebe beschäftigt hatte, nämlich die Ausarbeitung einer *Flora nivalis der Schweiz*, in der er eine Zusammenstellung aller Pflanzen, welche bisher über 8000 Fuss in der Schweiz beobachtet wurden, und eine Vergleichung derselben mit der Flora nivalis anderer Länder zu geben gedachte. Diese auf ein ungemein reiches Material gegründete Arbeit wurde so weit durchgeführt, dass eine übersichtliche Darstellung der Resultate am 9. August der Versammlung der schweizerischen Naturforscher in Zürich vorgelegt werden konnte. Der Verfasser bestimmte diese Uebersicht den Jahrbüchern des Schweizerischen Alpenclubs, dessen Mitglied er war und dessen wissenschaftliche Hebung ihm stets am Herzen lag; die Hauptarbeit dagegen, nebst allen Belegen, sollte in den Denkschriften der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft ihre natürliche Stelle finden.

Es ist uns das Manuscript auch wirklich von der Wittwe des Verewigten übergeben worden; dasselbe erweist sich leider aber als nicht ganz vollendet. Noch während der ersten Wochen Septembers, die Prof. Heer zur Erholung in Bex zubrachte, beschäftigte er sich eifrig mit der Redaction, als ein heftiger Krankheitsanfall, von dem er sich nicht mehr erholte, ihm die Feder aus der Hand riss. Der Aufsatz blieb nach zwei Seiten hin unvollendet: einmal, indem der letzte abschliessende Abschnitt fehlt, und zweitens, indem das Ganze, besonders die speciellen Verzeichnisse, einer letzten ergänzenden und harmonisirenden Revision bedurft hätten, die Niemand als der Verfasser selbst vornehmen konnte. Trotz dieser Mängel glaubt die Denkschriften-Commission den höchstwichtigen Aufsatz dem wissenschaftlichen Publicum nicht vorenthalten zu dürfen. Nicht leicht wird Jemand wieder eine solche Fülle, grossentheils auf eigne Beobachtung gegründeter Thatsachen vereinigen, wie unser verewigter Freund es gethan, und noch weniger diese Thatsachen auf so überzeugende Weise zu allgemeinen Schlüssen über die Geschichte der Erde zu verwerthen wissen. Dann aber erscheint uns die Veröffentlichung dieses letzten Werkes des Verfassers als eine Pflicht der Pietät gegen einen Mann, der zu den ersten Gelehrten unseres Vaterlandes gehörte und, sein ganzes Leben hindurch, stets eines der thätigsten und hingebendsten Mitglieder unserer Gesellschaft gewesen ist.

Wir glauben diese erläuternden Bemerkungen der Abhandlung selbst vorausschicken zu sollen.

Im December 1883.

Die Denkschriften-Commission.

Ueber die nivale Flora der Schweiz.

Herr John Ball sagt in seiner interessanten Abhandlung über den Ursprung der Flora der europäischen Alpen, dass die Schneeregion mehr Pflanzen beherberge als man gewöhnlich annehme, dass es aber noch nicht möglich sei, ein Verzeichniss dieser Flora zu entwerfen. Er fügt hinzu, dass wir mehr von der Pflanzenwelt der höchsten Regionen wissen würden, wenn unsere Alpenclubisten nicht nur ihre Füsse, sondern auch ihre Augen bethätigen und von den höchsten Bewohnern unserer Gebirgszinnen einige Proben mitnehmen würden*). Diese Bemerkung Ball's hat mich an eine Reihe von Untersuchungen erinnert, die ich vor vielen Jahren in unsern Alpen angestellt habe. Als ich vor 52 Jahren von der Universität in die Heimat zurückkehrte, war ich von dem Gedanken erfüllt, die Höhenverbreitung der Pflanzen und Thiere in unsern Alpen einem genauen Studium zu unterwerfen. Die Sommermonate 1831 und 1832 wurden der Untersuchung der Glarner-Alpen gewidmet und zahlreiche Gebirgsgipfel, wie der Ruchi-Glärnisch, der Hausstock, der Kärpf, Hahnenstock, Vorab, Gulderstock, Weissmeil, Magereu, Heustock u. s. w., bestiegen und botanisch untersucht. Die Sommermonate von 1833, 1834 und 1835 brachte ich theilweise in den Alpen von Uri, Tessin und Bünden zu, wo ich von 5000 bis 11,000 Fuss ü. M. eine grosse Zahl von Höhen gemessen und Verzeichnisse der daselbst vorkommenden Pflanzen und Insecten entworfen habe**). Die entomologischen Beobachtungen habe ich

*) Vgl. John Ball, F. R. S. On the origin of the Flora of the European Alps. Proceedings of the Royal geograph. Soc. and Monthly Records of Geography 1879, p. 7.

**) 1833 widmete ich den 9. bis 18. Juli der Untersuchung des Urserenthales und des St. Gotthards (St. Annagletscher, Betzberg, Nufenen, Pisciumo). Am 25. Juli bestieg ich den Monte Camoghé. 29.—31. Juli war ich am Bernhardin, auf dem Monte Uccello und dem Bergkamm zwischen Misox und Calanca; 3. Aug. auf der Zaportalp und an den Quellen des Hinterrheins; 5.—8. Aug. im Avers und auf dem Stallaberg; 9.—17. Aug. im Oberengadin, Bernina, Beverserthal, Camogaskerthal, Lavirums und Serlas, Albula.

Im J. 1834 ging ich am 14. Juli über den Panixerpass; am 16. Juli über den Valserberg im Rheinwald; am 17. über den Splügen und ins Bergell; am 19. über die Maloja ins Engadin; am 23. Juli ins Roseggthal und auf die Gletscherinsel; 28. Juli ins Camogaskerthal und über den Lavirumserpass im Val Livino; am 30. über den Pass nach S. Giacomo und nach Sa. Maria ins Münsterthal; am 31. über

in den Mittheilungen aus dem Gebiete der theoretischen Erdkunde*), in den Denkschriften der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft**), in der Fauna coleopterorum helvetica und in dem Neujahrsblatt über die obersten Grenzen des pflanzlichen und thierischen Lebens in den Schweizer Alpen (1845) veröffentlicht; von den botanischen wurde nur ein kleiner Theil in der Abhandlung über die Vegetationsverhältnisse des Cantons Glarus und in dem Gemälde der Schweiz (Canton Glarus) bekannt gemacht. Die Untersuchungen über die Flora der raetischen Alpen sollten weiter geführt und über die Walliser Alpen ausgedehnt werden. Die Vorlesungen, welche ich an der Universität Zürich auch während des Sommers zu halten hatte, machten aber dies nicht möglich und anderweitige Arbeiten nahmen von nun an alle meine Zeit in Anspruch. So blieben die vor vielen Jahren aufgenommenen Untersuchungen liegen und es ist nur ein Fragment derselben, das ich hier bieten kann, indem ich das damals über die Pflanzen der Schneeregion von mir Beobachtete mittheile. Zwar habe ich auch in spätern Jahren noch oft unsere Alpen besucht, auch mehrere Stellen der Schneeregion, so den Pic centrale am Gotthard, den Monte Legnone am Comersee, das Riffelhorn und den Gornergrat, botanisch untersucht, doch waren meine spätern Alpenwanderungen grossentheils auf die tiefern Regionen beschränkt. Dagegen hat Herr Prof. Chr. Brügger von zahlreichen Stellen der Schneeregion Pflanzenverzeichnisse aufgenommen und mir mitgetheilt. Ich bin ihm dafür zu grossem Danke verpflichtet, ebenso auch den Herren Dr. Killias und Lehrer Krättli in Bevers, die mich mit wichtigen Beiträgen erfreut haben.

Da uns für die Darstellung der nivalen Flora der raetischen Alpen (vom Gotthard bis zum Orteler) das reichste Material zu Gebote steht, wollen wir diese zuerst behandeln,

---

das Wormserjoch nach Spondalunga. 1.—4. Aug. Untersuchung der umgebenden Berge Monte Umbrail, Monte Branlio, Stelvio. 5. Aug. Besteigung des Piz Costainas und Piz Ciantun. 6. Aug. Münsterthal und Scarl. 7. Aug. nach Fetan. 8. Aug. Besteigung des Minschun. 11. Aug. Scaletta; 12. Davos.

1835 am 15. Juli über den Panixerpass nach Brigels; Dissentis. 17. Juli durch das Val Somvix und über die La Greina nach der Alp Scaradra. 18. Juli über den Suredenpass nach Zavreila; 19. über den Canalpass nach Zaportalp. 21. Juli auf den Splügen und durch das Val Emmet ins Avers. 23. Juli nach Stalla und über den Julier. 27. Juli Besteigung des Piz Lavirums. 28. Juli Livino, Ofen, Zernetz. 1. Aug. Besteigung des Piz Linard. 2. Aug. Lavin. 5. Aug. Samnaun. 6. Aug. von Compatsch über den Pass nach Sins. 7. Aug. Urscheinalp. 11. Aug. am Bernina. 12. Aug. Besteigung des Piz Palu.

In spätern Jahren war ich mehrmals im Engadin und im Rheinwald, dann an der Albula und am Lukmanier (auf der Vighera), in Churwalden, von wo aus das Stätzerhorn bestiegen wurde; auf den Bergen des Comersees, dem Comi di Campo, S. Martino und auf dem Legnone; auf dem Gotthard (dem Pic centrale), auf der Furka, Grimsel, dem Oberaargletscher; in Zermatt (Riffel- und Gornergrat) und in Chamonix. Diese Alpenreisen bewegten sich aber grossentheils unter der Schneeregion.

*) Geographische Verbreitung der Käfer in den Schweizer Alpen, besonders nach ihren Höhenverhältnissen. I. Theil: Glarus, S. 36. II. Theil: Raetische Alpen, S. 133.

**) Band I, 1837, Bd. II. Die Käfer der Schweiz mit besonderer Berücksichtigung ihrer geographischen Verbreitung und Beschreibung neuer schweizerischer Coleopteren.

dann die nivale Flora des Wallis und von Chamonix, der Berner und Glarner Alpen besprechen und daraus die Flora der Schneeregion der Schweiz abzuleiten suchen. Dadurch werden wir das Mittel erhalten, diese Flora der höchsten Alpenregion mit derjenigen anderer Länder zu vergleichen.

1. Nivale Flora der raetischen Alpen.

Das Verzeichniss I und II, welches dieser Arbeit beigegeben ist, enthält alle Blüthen-Pflanzen, welche bislang in Bünden über 8000 Fuss (Pariser) oder 2600 Meter über Meer beobachtet worden sind. Wir können aus demselben die horizontale Verbreitung und die oberste Grenze jeder Art ersehen. Das Material ist zwar noch mangelhaft und neue Beobachtungen werden ohne Zweifel die Grenzen mancher Arten noch höher hinaufrücken; doch dürfte der Umstand, dass wir bei der Mehrzahl ihre Verbreitung durch verschiedene Stockwerke (als welche wir die fünf verschiedenen Colonnen, auf welche wir die Arten vertheilt haben, bezeichnen wollen) ohne Unterbrechung verfolgen können, zeigen, dass das Verzeichniss im Grossen und Ganzen ein richtiges Bild von dem Pflanzenkleid der höchsten Gebirgsgipfel unserer raetischen Alpen gibt. Es enthält das Verzeichniss für die Höhe von 8000 bis 11,000 Fuss ü. M. 294 Arten. Alle diese Arten sind dem untersten Stockwerk von 8000 bis 8500 Fuss zuzutheilen*); von 8500 bis 9000 Fuss haben wir 185, von 9001 bis 9500 Fuss aber 78, von 9501 bis 10,000 Fuss 32 und von 10,001 bis 11,000 Fuss noch 16 Arten.

Die raetischen Alpen erreichen ihre höchsten Gipfel am Bernina. Der Piz Bernina liegt 12,475 Pariser Fuss ü. M., der Piz Morteratsch 12,309, der Piz Rosegg 12,139, der westliche Piz Palu 12,044 und der östliche 11,971 Fuss. Auf diesen von mächtigen Gletschern umgebenen Gebirgsgipfeln sind keine Blüthenpflanzen mehr gesehen worden. Auf der Höhe des Piz Palu war der Fels ganz kahl und die letzten zwei Blüthenpflanzen fand ich an demselben bei 10,667 Fuss ü. M. Es waren dies der Ranunculus glacialis und Saxifraga oppositifolia. Tiefer unten hatte ich am Combrenagrat bei 9041 Fuss ü. M. an sonnigen Felsen noch gesehen: Eritrichium nanum, Phyteuma humile, Saxifraga exarata, S. bryoides und Silene acaulis excapa und an einer Schutthalde: Poa laxa, Adenostyles leucophylla, Androsace glacialis und Cerastium latifolium glaciale; auf der Südseite des Palu waren bei 9000 Fuss ü. M. Festuca alpina, Poa laxa, Luzula spicata, Chrysanthemum alpinum, Phyteuma globulariaefolium, Saxifraga bryoides und Cherleria sedoides. In diesen Höhen von 9000 Fuss bilden am Bernina die mit Vegetation kümmerlich bekleideten

*) 3 Arten sind bislang in Bünden in diesem Stockwerk noch nicht direct beobachtet worden, wohl aber in einem höhern Stockwerk; da aber diese 3 Arten auch in der alpinen Region Bündens vorkommen, werden sie sich ohne Zweifel auch in der Zwischenstation vorfinden.

Stellen nur Inseln in den unermesslichen Firnmassen, welche diese Gebirgswelt umpanzern. Da wo die Gletscher und Firnfelder von geringerm Umfang sind, haben auch die Pflanzen mehr Raum zur Entwicklung gefunden, Dies ist bei der weiter nach Osten liegenden Gebirgskette bis zum Orteler der Fall. So sehen wir im Heuthal und am Piz Languard, wie im Camogaskerthal, in den Alpen Lavirums und Prunella, eine viel reichere Vegetation. Auf dem Pass, welcher vom Lavirums nach Livino führt, sind bei 8700 Fuss ü. M. noch 41 Blüthenpflanzen gesammelt worden. Die Androsace glacialis, Geum reptans, Gentiana bavarica und Eritrichium nanum bilden hier mit mehreren Gräsern und Cyperaceen prächtige Rasen, aus denen die rothen Blüthen der Gletschernelke hervorleuchten; auf der Seite gegen Livino schmücken der Alpenmohn und der Ranunculus rotaefolius das Geröll. Steigen wir von diesem Bergpasse zur höchsten Spitze (9554 Fuss ü. M. nach meiner Messung), welche aus dem Hintergrunde des Lavirumserthales sich erhebt, begegnen uns auf derselben noch 15 Blüthenpflanzen, von denen die Sesleria disticha noch eine Rasendecke zu bilden vermag, An der östlichsten Grenze unseres Gebietes, in der Umgebung des Wormserjoches (Umbrailpasses) und des Stelvio finden wir ähnliche Verhältnisse. Am Monte Branlio habe ich bei 8767 Fuss ü. M. 21 und 9100 bis 9174 Fuss ü. M. noch 16 Blüthenpflanzen gesammelt; auf der Cima di Spondalunga bei 9074 Fuss 16 und am Umbrail bei 8914 Fuss 28 und bei 9340 Fuss noch 8 Arten; auf der Höhe des Stilfserjoches (8660 Fuss ü. M.) 25 Arten, wozu noch die von Leresche entdeckte Primula glutinosa kommt. Auf dem nördlich über dem Pass sich erhebenden und 9233 Fuss hohen Piz Castainas waren 15 Arten und auf dem Ciantun (9497 Fuss ü. M.), der höchsten Kuppe über dem Eckstock des Stelviopasses, noch 10 Arten. Ueber die Pflanzen der höchsten Bergspitzen der linken Seite des Innthales geben uns die Verhältnisse von Piz Longhin, Piz Padella und Piz Hot, der Gebirgshöhen des Beverserthales, des Piz Linard und Piz Minschun Aufschluss. Besonders lehrreich ist der Piz Linard, diese imposante, nur von einzelnen Firnstreifen bekleidete Pyramide, deren Gipfel bis zu 10,516 Fuss ü. M. aufsteigt. Wir können an derselben das allmälige Zurückbleiben der Arten verfolgen. Von der Westseite über die Flessalp hinaufsteigend zählte ich zwischen 8000 und 8100 Fuss noch 34 Arten, von denen Pedicularis recutita, Gentiana punctata, Lotus corniculatus, Trifolium alpinum und Phyteuma hemisphaericum hier ihre obere Grenze hatten, während Willemetia apargioides und Carex ferruginea Scop. an einer sumpfigen Stelle schon 300 Fuss tiefer unten zurückblieben. Bei 8400 Fuss ü. M. sah ich noch 20 Arten, von denen Agrostis rupestris, Sesleria disticha, Carex curvula, Luzula lutea, Phyteuma globulariaefolia, Pedicularis rostrata, Alsine verna, Senecio carniolicus und Polygonum viviparum hier ihre obere Grenze hatten. Bei 9400 Fuss klebten 6 Arten an den Felsen, die alle noch höher hinaufgingen, wie die 5 Arten, die mir bei 9600 Fuss begegneten; bei 10,000 Fuss sah ich noch 9 Arten und davon zum letzten Mal die Gentiana bavarica imbricata, Cherleria sedoides, Silene acaulis excapa, Cerastium glaciale, Saxifraga oppositifolia und Draba Wahlenbergi fladniziensis W.

100 Fuss höher waren noch die Poa laxa, Androsace glacialis, Chrysanthemum alpinum, Ranunculus glacialis und Saxifraga bryoides; bei 10,300 Fuss noch die Androsace und der Ranunculus, und auf der obersten Spitze (10,516 Fuss ü. M.) nur noch die Androsace, die zwischen dem Gestein dicht gedrängte Polster bildete. So am 1. Aug. 1835. 20 Jahre später hat Herr Sieber-Gysi auf dem Gipfel ausser dieser Androsace noch den Ranunculus glacialis und Chrysanthemum alpinum gesehen, von denen ich dem letztern um ca. 300, dem erstern aber 200 Fuss tiefer unten zum letzten Mal begegnet war. Diese beiden Arten hatten sich also in der Zwischenzeit um 200 bis 300 Fuss höher oben angesiedelt.

Oestlich vom Piz Linard erhebt sich im Norden von Fetan der Piz Minschun zu 9454 Fuss Höhe über Meer. Ich sah an demselben auf der Alp Laret bei 7600 Fuss ü. M. noch 86 Arten, von denen ich folgende hervorheben will, die, so weit uns bis jetzt bekannt ist, nirgends in Bünden die Linie von 8000 Fuss ü. M. überschreiten: Euphrasia officinalis, Trifolium repens, Epilobium origanifolium und Chrysanthemum Leucanthemum; vier Arten hatten also hier ihre obere Grenze erreicht, während 82 höher hinaufrücken. Bei 8000 Fuss ü. M. treten am Minschun die Androsace helvetica, die Campanula cenisia, Aronicum glaciale, Ranunculus glacialis und Geum reptans hinzu. Auf einem aus Liaskalk bestehenden Felsgrat sammelte ich bei 9080 Fuss ü. M. noch 17 Blüthenpflanzen, und auf der höchsten Spitze des Berges auf krystallinischem Gebirge, dem Kalknester eingelagert waren, noch 21 Arten. Neben der Androsace glacialis war hier (9454 Fuss ü. M.) auch die A. helvetica; die Campanula cenisia hatte ihre blauen Blumen geöffnet und noch dunkler blau waren die dichten Rasen der Gentiana bavarica var. imbricata; die Silene acaulis vermochte noch einzelne hochrothe Teppiche zu bilden, während die Saxifraga oppositifolia die Felsen mit violetten Blüthen schmückte. Das Geum reptans entfaltete auch hier seine grossen gelben Blumen und das Hornkraut (Cerastium latifolium) bildete zahlreiche weisse Sterne. Das Frühlings-Sandkraut hat grössere Blumen als tiefer unten und erscheint in der Form, die Willdenow als Alsine (Arenaria) Gerardi unterschieden hatte. Nehmen wir noch dazu die 3 Synantheren (Chrysanthemum alpinum, Artemisia spicata und Erigeron uniflorum), 3 Cruciferen (Draba aizoides, D. Joannis und Arabis alpina), 2 weitere Saxifragen (S. muscoides und aizoon), eine Segge (Carex atrata) und 3 Gräser (Avena subspicata, Poa alpina und Festuca pumila), erhalten wir für solche Höhe eine ganz ansehnliche Gesellschaft von Pflanzen, welche, wie wir von Dr. Killias erfahren, noch jetzt, wie vor 49 Jahren, auf dieser Höhe blüht.

Untersuchen wir die nivale Flora nach den Elementen, aus denen sie zusammengesetzt ist, werden wir nachzusehen haben, aus welchen Familien und Arten sie in den verschiedenen Höhen besteht und welchen Antheil an denselben die Pflanzen der tiefern Regionen haben. Ueber ersteres gibt das Verzeichniss der Arten und die Uebersicht der Familien Aufschluss, über Letzteres aber die folgende Tafel:

Pflanzen der nivalen Region.	Ebenen-Pflanzen.	Montane Pflanzen.	Subalpine Pflanzen.	Alpine Pflanzen.	Nivale Pflanzen.	Gesammtzahl.
Von 10,000 bis 11,000 Fuss				5	11	16
Von 9501 bis 10,000 Fuss				13	19	32
Von 9001 bis 9500 Fuss	4		5	37	32	78
Von 8501 bis 9000 Fuss	13	8	21	100	43	185
Von 8001 bis 8500 Fuss	33	13	44	159	45	294

Von den 294 Pflanzen der Schneeregion Bündens werden 33 Arten auch im Tieflande der Schweiz getroffen und sind ohne Zweifel aus diesem in die Alpen hinaufgestiegen. Alle diese Arten finden wir im ersten Stockwerk von 8000 bis 8500 Fuss ü. M., von denen 13 ins zweite und 4 ins dritte Stockwerk reichen und da bei 9000 Fuss ü. M. verschwinden. Es sind diess die *Festuca ovina*, *Taraxacum officinale*, *Silene inflata* und *Alchemilla pubescens*.

Von den 33 Ebenenpflanzen sind indessen nur 6 unverändert geblieben, nämlich:

Nardus stricta, *Anthoxanthum odoratum*, *Vaccinium myrtillus*, *Gentiana campestris*, *Alchemilla pubescens* und *Lotus corniculatus*.

Die andern Arten treten uns in Varietäten entgegen, welche durch besondere Namen ausgezeichnet wurden; 4 Gräser haben dunkler gefärbte Spelzen erhalten, nämlich:

Festuca ovina violacea Gaud., *F. heterophylla nigrescens Lam.*, *Poa annua varia Gaud.*, *P. caesia aspera Gaud.* und *Aira caespitosa alpina*.

Neun Dicotyledonen haben grössere Blüthen als im Tieflande, nämlich:

Taraxacum officinale alpinum Hoppe, *Solidago virgaurea cambrica Huds.*, *Thymus vulgaris var.*, *Arenaria serpyllifolia Marschlinsii Koch.*, *Trifolium pratense alpicolum Heg.*, *Galium sylvestre alpestre Gaud.*, *Cerastium arvense alpicolum Br.* und *strictum Hke.*, *Polygala amara alpestris*, *Helianthemum vulgare grandiflorum L.*, *Myosotis sylvatica alpestris Schm.*

Nur eine Art (die *Parnassia palustris L.*) hat in den Alpen meist kleinere Blüthen als im Tieflande.

Die Pflanzen der Bergregion steigen nur in geringer Zahl in die nivale Region hinauf und verlieren sich über 9000 Fuss; stärker sind die subalpinen Pflanzen vertreten, welche aber die Linie von 9500 Fuss ü. M. nirgends übersteigen. Die Hauptmasse der Pflanzen der nivalen Region bilden die alpinen und nivalen Pflanzen, welche über 9500 Fuss ü. M. allein noch übrig bleiben. Zu den alpinen rechne ich 159 Arten der nivalen Region. Es

sind diese Arten, welche von 5500 bis 8000 Fuss ü. M. am häufigsten vorkommen, also der alpinen Region voraus angehören. Von diesen steigen aber 64 Arten in die subalpine Region hinab, zu welcher wir die Thalsohlen des Rheinwalds und des Oberengadins rechnen; 95 der alpinen Arten begegnen uns erst in der über 5500 Fuss ü. M. gelegenen Höhenzone. Ich habe diese im Verzeichnisse mit *a* bezeichnet, erstere aber mit *A.*

Als nivale Pflanzen im engern Sinne bezeichnen wir die Arten, welche erst über 8000 Fuss ü. M. auftreten oder die doch in diesen Höhen ihre grösste Verbreitung haben. Wir haben 45 Arten der Schneeregion dazu zu rechnen. Von diesen sind aber nur 6 Arten bislang in Bünden nirgends unter 8000 Fuss ü. M. gesehen worden; nämlich:

Adenostyles leucophylla, *Aronicum glaciale*, *Crepis jubata*, *Draba Zahlbruckneri*, *D. Johannis* und *Potentilla frigida.*

15 Arten haben wir, obwol selten, schon zwischen 7000 und 8000 Fuss ü. M. gesehen, nämlich:

Poa laxa auf der Flessalp bei 7800 Fuss, auf dem Valserberg bei 7718 Fuss, auf der Rosegg-Insel bei 7149 Fuss;

Leontodon Taraxaci am Gotthard; *Arnica Clusii* auf der Alp Laret bei 7600 Fuss;

Soyera hyoseridifolia, Artemisia spicata und *Androsace helvetica* auf dem Stätzerhorn bei 7800 Fuss;

Phyteuma globulariaefolia auf der Rosegg-Insel; *Ph. humile* am Lago bianco bei 7776 Fuss;

Campanula cenisia auf der Laretalp bei 7600 Fuss;

Eritrichium nanum auf dem Schafberg am Piz Padella bei 7450 Fuss;

Gaya simplex am Piz Padella bei 7500 Fuss und auf Laret;

Alsine biflora am Umbrail bei 7790 Fuss;

Dianthus glacialis am Piz Padella bei 7450, Fexalp und am Brüggerhorn bei 7451 Fuss;

Saxifraga androsacea auf dem Valserberg bei 7771, Rosegg-Insel bei 7149 und im Samnaun bei 7000 Fuss; *S. biflora* am Valserberg bei 7716 und am Safierberg bei 7664 Fuss.

13 Arten finden wir schon zwischen 6000 und 7000 Fuss ü. M., nämlich:

Carex curvula im Rheinwald bei 6000 Fuss;

Luzula spicata am Gotthard bei 6500 Fuss, *L. spadicea* auf der Alp Scaradra bei 6200 Fuss, am Bernina bei 6500 Fuss und im Beverserthal bei 6900 Fuss;

Salix herbacea auf der Moräne von Rosegg bei 6200, auf der Alp Scaradra bei 6200, am Canalpass bei 6000 und bei St. Anna im Urserenthal bei 6000 Fuss;

Senecio carniolicus im Beverserthal bei 6500, an der Flessalp bei 6800 und auf Lavirums bei 6800 Fuss;

Androsace glacialis auf der Alp Scaradra bei 6200 Fuss, *A. imbricata* auf den Alpen von Misox zwischen 6200 und 6500 Fuss ü. M.;

Achillea nana an der Alp Scaradra bei 6200 Fuss;
Primula oenensis am Umbrail bei 6500 Fuss;
Ranunculus glacialis auf der Alp Confino am Bernhardin bei 6932 Fuss;
Saxifraga planifolia im Rheinwald bei 6000 Fuss, *S. stenopetala* am Wormserjoch zwischen 6500 und 6600 Fuss ü. M.;
Geum reptans auf der Canalalp bei 6000 Fuss.

Bis in die subalpine Region reichen von jenen 45 nivalen acht Arten hinab, nämlich: *Festuca pumila var.*, *Sesleria disticha*, *Gentiana glacialis*, *Silene acaulis* und *Saxifraga bryoides*, welche auch in der Thalsohle des Oberengadins (bei Bevers) vorkommen, und die *Arenaria biflora*, die bei Hinterrhein, die *Saxifraga exarata*, die im Urserenthal und im Avers (schon bei Campsut) und *S. Seguierii*, die am Splügen schon bei 5500 Fuss ü. M. auftreten.

In dem Stockwerk von 8000 bis 8500 Fuss ü. M. besteht mehr als die Hälfte der Pflanzen aus Arten, die in der alpinen Region ihr Maximum haben und die wir als alpine Arten bezeichneten; nicht ganz $^1/_6$ besteht aus nivalen Arten, gegen $^1/_5$ aus Arten der subalpinen und montanen Region und $^1/_9$ aus Ebenenpflanzen.

In dem Stockwerk von 8500 bis 9000 Fuss ist die Zahl der nivalen Arten sich fast gleich geblieben, die der alpinen Arten aber ist um 59 Arten geringer geworden und noch mehr treten die Arten der tiefern Regionen zurück.

In dem Stockwerk von 9000 bis 9500 Fuss halten sich die nivalen und alpinen Arten fast das Gleichgewicht, aus den tiefern Regionen reichen nur 9 Arten bis zu dieser Höhe, und im folgenden Stockwerk von 9500 bis 10,000 Fuss sind sie völlig verschwunden, die nivalen Arten sind dominirend geworden und sind im obersten Stockwerk (von 10,000 bis 11,000 Fuss) doppelt so zahlreich als die alpinen Arten.

Die Mehrzahl der Pflanzen der nivalen Region Bündens hat ihren Hauptwohnsitz zwischen 7000 und 8500 Fuss ü. M., in einer Zone, die ich früher als die subnivale bezeichnet hatte. Diese Arten bilden den Hauptstock der nivalen Flora, die über 8500 Fuss ü. M. keine eigenthümlichen Arten mehr zu erzeugen vermochte. Es sind nur geringere Abweichungen entstanden, die sich in dem gedrungenern Wuchse, in den kürzern Stengeln und dichter beisammenstehenden Zweigen äussern. Dies ist der Fall bei der *Androsace glacialis*, welche in den obersten Regionen fast die Tracht der *A. helvetica* erhält (so auf der Spitze des Piz Linard und auf dem Schreckhorn), bei *Primula viscosa excapa*, *Gentiana bavarica imbricata*, *Cerastium latifolium glaciale* und *pedunculatum* und bei *Silene acaulis excapa*.

2. Die nivale Flora der Walliser Alpen.

Ueber die obersten Grenzen der Pflanzen der Umgebung des Monte Rosa haben wir von den Brüdern Schlagintweit sehr werthvolle Angaben erhalten*); über die Pflanzen des St. Theodulpasses von Prof. Martins**); über die Pflanzen des Riffelhornes und des Gornergrates von Dr. Christ***), Prof. Brügger und John Ball; und über die Flora des Torrenthornes von Prof. Brügger. Von dem Mont Cervin, Matterhorn, das durch seine vielen schneefreien Felspartien sich vorzüglich zu Beobachtungen über die Höhenverbreitung der Pflanzen eignet, sind wenigstens einige Vorkommnisse durch Whymper und Lindt bekannt geworden.

Ich habe in Tabelle III diese Beobachtungen über die Höhengrenzen der Walliser Pflanzen zusammengestellt, welche, so lückenhaft sie auch noch sind, uns doch Anhaltspunkte zur Vergleichung mit der nivalen Flora Bündens an die Hand geben.

Am Riffel wurden zwischen 8000 und 9000 Fuss ü. M. noch 42 Blüthenpflanzen beobachtet, am Gornergrat zwischen 9000 und 10,000 Fuss 98; von denen namentlich folgende 10 Arten, die Bünden fehlen, hervorzuheben sind:

Artemisia glacialis, Senecio incanus, S. uniflorus, Aretia Vitaliana, Androsace carnea, Polygala alpina, Alyssum alpestre, Thlaspi alpinum, Potentilla multifida, Oxytropis Gaudini Reut.

Am Torrenthorn hat Hr. Brügger bei 9260 Fuss ü. M. noch 24 Arten gesehen, die sämmtlich auch in der nivalen Region Bündens erscheinen.

Die Brüder Schlagintweit haben während eines zweiwöchentlichen Aufenthaltes (vom 13. bis 16. September 1851) in der Hütte von St. Vincent am Monte Rosa, in der Umgebung desselben von 9300 bis 9800 Fuss ü. M. 44 Blüthenpflanzen gesammelt.†) Von

*) A. und H. Schlagintweit, Physikalische Geographie der Alpen und Neue Untersuchungen über die Alpen.

**) Martins, Du Spitzberg au Sahara, p. 94.

***) Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel 1860. Dr. Christ hat in seinem schönen Buche über das Pflanzenleben der Schweiz eine einlässliche Schilderung der Walliser Flora gegeben. Ich verdanke ihm ein Verzeichniss der auf dem Riffel und Gornergrat von ihm beobachteten Pflanzen, ebenso Prof. Brügger und John Ball Verzeichnisse von denselben Stellen, wie vom Hörnli und Torrenthorn.

†) Dieselben wurden von Prof. Koch in Berlin bestimmt. Das Verzeichniss von Schlagintweit und Martins bedarf aber einiger Correcturen. Das in demselben angeführte Thlaspi corymbosum Gaud. ist eine Varietät von Th. rotundifolium und auch das Thlaspi cepeaefolium ist wohl nicht als Art davon zu trennen; die Achillea hybrida Gaud. rechne ich zu A. moschata. Die Hutchinsia petraea L. sp. ist eine zarte einjährige Pflanze des Tieflandes, die in den Alpen nicht vorkommt; es ist daher sehr unwahrscheinlich, dass diese Art am Monte Rosa in solcher Höhe sich finden sollte. Sie wurde wahrscheinlich mit Hutchinsia alpina brevicaulis verwechselt. Die Primula, welche die Brüder Schlagintweit als Pr. Dinyana aufführen, kann kaum richtig bestimmt sein. Pr. Dinyana Lagger ist sehr wahrscheinlich ein Bastard von Pr. integrifolia und latifolia, von welchen die erstere nirgends in den Westalpen vorkommt.

diesen haben wir 42 Arten auch in der nivalen Flora der raetischen Alpen. Nur zwei Arten *(Senecio uniflorus* und *Saxifraga retusa)* fehlen den östlichen Alpen. Von den 42 gemeinsamen Arten haben wir indessen in Bünden nur 26 Arten über 9000 Fuss ü. M., während 16 unter dieser Höhe zurückbleiben.

Auf nackten Felspartien, die am Monte Rosa aus dem Firn emporstanden, sammelte Schlagintweit noch bei 10,990 Fuss ü. M., an der Nase, 10 Arten, nämlich:

Juniperus nana, Poa laxa, Erigeron uniflorus, Chrysanthemum alpinum, Senecio uniflorus, Eritrichium nanum, Ranunculus glacialis, Cherleria sedoides, Saxifraga bryoides und *S. oppositifolia.*

Bei 11,176 Fuss ü. M. fanden sich noch 6 Arten, nämlich:

Poa laxa, Chrysanthemum alpinum, Ranunculus glacialis, Cherleria sedoides, Silene acaulis excapa und *Saxifraga bryoides.*

Auf einer Firninsel bei 11,462 Fuss ü. M. war die einzige Blüthenpflanze die *Cherleria sedoides* und ebenso auf der St. Vincent-Pyramide bei 11,776 Fuss ü. M. Höher oben wurden keine Blüthenpflanzen mehr gefunden.

Am Weissthor wurden bei 11,138 Fuss ü. M. 8 Arten beobachtet, nämlich:

Poa laxa, P. alpina var., Chrysanthemum alpinum, Senecio uniflorus, Eritrichium nanum, Gentiana bavarica imbricata, Ranunculus glacialis und *Saxifraga muscoides.*

Eine vielbesuchte, von grossen Gletschern umgebene Felseninsel bildet das Matterjoch (Col de St. Théodule) in einer Höhe von 10,318 Fuss ü. M. (3350 m.). Hier haben Prof. Martins, Schlagintweit und Dr. Wettstein die Pflanzen gesammelt.*) Von den 23 von da uns bis jetzt bekannten Arten finden wir alle, bis auf den *Senecio uniflorus* und die *Draba pyrenaica*, auch in der nivalen Region der raetischen Alpen, aber die Hälfte der Arten erreicht in Bünden nicht dieselbe Höhe; immerhin haben wir in Bünden 17 dieser Arten über 9000 Fuss ü. M. und 10 Arten über 10,000 Fuss ü. M. getroffen.

Am Matterhorn sah Hr. Lindt**) bei circa 9230 Fuss ü. M. den *Ranunculus glacialis, Saxifraga oppositifolia* und *S. bryoides, Campanula cenisia* und *Geum reptans;* bei ca. 10,900 Fuss die *Aretia helvetica, Cerastium alpinum* und *Chrysanthemum alpinum;* und bei 11,541 Fuss als letzte Pflanze den *Ranunculus glacialis.*

---

*) Prof. Martins hat 13 Arten gefunden (vgl. Du Spitzberg au Sahara, p. 98). Das Verzeichniss von Schlagintweit (Monte Rosa, p. 228) fügt 3 weitere Arten hinzu, wozu dann noch einige von Dr. Wettstein gesammelte und von Prof. Brügger bestimmte Arten kommen. Herr Grad gibt am St. Theodul 24 Arten an (vgl. Dollfuss-Ausset, Matériaux pour l'étude des glaciers. VI, p. 138. I, 3. partie, p. 274); es werden aber mehrere Arten unter ganz verschiedenen Namen aufgeführt und doppelt gezählt.

**) Vgl. Lindt, Die Besteigung des Matterhorns. Jahrbuch des Schweiz. Alpenclub. X. Jahrg. p. 271. 1874. 1875. Ich verdanke einer brieflichen Mittheilung des Hrn. Lindt die nähere Bestimmung dieser Höhen.

Hr. Whymper*) führt als letzte Pflanzen der Südseite des Matterhorns von 9851 Par. Fuss bis etwas unter 12,246 Par. Fuss (13,000 engl. Fuss) folgende Arten auf:

Myosotis alpestris, Veronica alpina, Linaria alpina, Gentiana bavarica, Thlaspi rotundifolium, Saxifraga muscoides und *Silene acaulis* (?).

Da die Angabe Whymper's über die obere Grenze dieser Pflanzen zwischen 9851 und 12,246 Fuss schwankt, habe ich sie in die Colonne von 9500 bis 10,000 Fuss gestellt. Es ist unwahrscheinlich, dass namentlich die 3 erstgenannten Arten über 10,000 Fuss ü. M. gefunden wurden.

Aus den andern grossen Alpenthälern des Wallis und ihren zahlreichen mächtigen Gebirgskuppen fehlen uns noch genauere Angaben über die Höhenverbreitung der Pflanzen fast gänzlich, daher hier noch eine grosse Lücke auszufüllen ist. Wenn wir von den vielen, zum Theil gefährlichen Gipfelbesteigungen lesen, die alljährlich im Wallis unternommen werden — müssen wir es lebhaft beklagen, dass die Pflanzen meist unbeachtet blieben, und doch wäre es so leicht, wenigstens einige Proben in ein Papier gewickelt mitzunehmen, da diese kleinen Pflanzen nur wenig Raum beanspruchen und es sich nur darum handelt, das Vorkommen genau zu bestimmen und die Höhen zu constatiren.

3. Oberste Grenzen der Blüthenpflanzen in der Gebirgsmasse des Mont Blanc.

Den wichtigsten Beitrag zur Ermittlung der Höhengrenzen der Pflanzen in der Umgebung des Mont Blanc liefert der Gletschergarten von Chamonix. So wird eine etwa 800 m. lange und circa 300 m. breite Gletscherinsel genannt, die bei 8488 Fuss ü. M. aus dem Gletscher von Taléfre emporsteigt. Sie ist von zwei Seitenmoränen umgeben, welche ein grünes Pflanzenkleid erhalten haben. Auf derselben wurden in den Jahren von 1836 bis 1858 von den Herren Prof. Martins, Prof. Alph. De Candolle, Peroy, V. Payot, H. Metert und Mad. d'Angeville 84 Blüthenpflanzen gesammelt.**)

---

*) Vgl. Berg- und Gletscherfahrten in den Alpen in den J. 1866—1869 von E. Whymper; übersetzt von Dr. Steger, p. 127.

**) Prof. Martins gibt 87 Arten an (vgl. Du Spitzberg au Sahara, p. 94), allein 4 Arten fallen weg. Er hat Spergula saginoides doppelt aufgezählt; die Arenaria nivalis Gadr. (A. Marschlinsii Koch.) betrachte ich nur als Varietät der A. serpyllifolia und Hieracium Halleri als Varietät des H. alpinum L. Das Gnaphalium alpinum L. ist eine nordische Art, welche bislang noch nirgends in den Alpen mit Sicherheit nachgewiesen ist. Es wurde mit dem G. carpathicum Wahlg. verwechselt, welches unter den Pflanzen des Gletschergartens, als G. alpinum bezeichnet, sich findet. Prof. A. De Candolle hatte die Freundlichkeit, das Herbarium der Gletscherinsel, das diese Pflanzen enthält, mir zur Ansicht zu übersenden. Ich habe daraus ersehen, dass der von Martins angeführte Ranunculus Villarsii der R. montanus ist, die

Von diesen 84 Arten des Gletschergartens finden wir 81 in Bünden in derselben Höhe (von 8000 bis 8500 Fuss ü. M.); zwei Arten *(Senecio incanus* und *Braya pinnatifida)* fehlen Bünden und eine Art *(Bupleurum stellatum)* ist zwar da nicht selten, aber uns noch nirgends über 8000 Fuss ü. M. begegnet. Es zeigt demnach die Flora der Gletscherinsel von Chamonix fast völlige Uebereinstimmung mit derjenigen des ersten Stockwerkes der nivalen Region der raetischen Alpen. Die meisten Pflanzen dieser Gletscherinsel sind klein, zwerghaft, so namentlich die *Homogyne alpina, Silene rupestris, Saxifraga stellaris* und *Linaria alpina;* doch finden sich darunter einige von auffallender Grösse und üppiger Entfaltung, so die *Adenostyles leucophylla, Senecio incanus, Crepis aurea* und *Gentiana purpurea*, welche wahrscheinlich an besonders gut geschützten, sonnigen Stellen gewachsen sind.

Etwa 1000 Fuss höher als der Gletschergarten findet sich am Mont Blanc eine Gletscherinsel, die unter dem Namen der Grands Mulets bekannt geworden ist. Sie bildet eine Felsmasse, die von den Gletschern der Bossons und von Taconnay umgeben ist. Die untere Partie liegt 3050 m. (9387 Par. Fuss) ü. M., die obere, welche Saussure le Rocher de l'heureux retour genannt hat, bei 3470 m. (10,677 Fuss). Hier fand Saussure als einzige Pflanze die *Silene acaulis*, während in der untern Partie die Herren Marckham Shervill, Auldjo, Martin-Barry, Payot und Prof. Martins in den Jahren 1825, 1827, 1834, 1844, 1845 und 1861 im Ganzen 24 Blüthenpflanzen gesammelt haben.*) Von diesen haben wir 23 auch in der nivalen Region der raetischen Alpen und nur die *Androsace pubescens Dec.* fehlt Bünden.

B. de Saussure gibt als letzte Blüthenpflanze, die er am Mont Blanc gefunden habe, die *Silene acaulis* bei 11,239 Fuss ü. M. und auf dem Col de Géant (bei 11,291 Fuss) eine *Androsace* an.**)

Arenaria serpyllifolia die Form A. Marschlinsii Koch und die Euphrasia minima die E. alpina Lam. Anderseits finden sich im Herbarium die Solidago virgaurea cambrica Huds. und Cerastium latifolium pedunculatum, welche dem Verzeichniss des Hrn. Martins fehlen.

Eine ähnliche Gletscherinsel haben wir im Roseggthal im Oberengadin, wo zwei Gletscher eine Felspartie umgeben. Sie liegt 7000 bis 7500 Fuss ü. M., also über 1000 Fuss tiefer als der Gletschergarten von Chamonix. Ich sammelte im Juli 1834 auf derselben 95 Blüthenpflanzen, von denen 16 auf der Seitenmoräne sich angesiedelt hatten. 75 dieser Arten finden wir in Bünden noch über 8000 Fuss ü. M., während 20 weiter unten zurückbleiben, daher nicht zu den nivalen Pflanzen zu zählen sind.

*) Vgl. Martins, Du Spitzberg au Sahara, p. 97. Die von Martins angeführte Saxifraga groenlandica L. ist wahrscheinlich die S. exarata Vill. Die S. groenlandica ist eine Varietät der S. caespitosa L., welche in den Alpen nicht vorkommt und die häufig mit der S. exarata L. verwechselt wurde. Ich habe diese Pflanzen in das dritte Stockwerk der nivalen Flora (von 9000 bis 9500 Fuss) gebracht.

**) Er führt sie als rothblühende Aretia helvetica an; da aber diese immer schneeweisse Blüthen hat, ist es sehr wahrscheinlich die Aretia glacialis Schl., die an ihrer obern Grenze auch dicht geschlossene Rasen bildet, welche denen der A. helvetica sehr ähnlich sehen, aber meist rosenrothe, selten weissliche Blüthen haben.

4. Berner Alpen.

Das Verzeichniss der Gefässpflanzen des Berner Oberlandes von Hrn. Prof. Fischer (Bern 1875) gibt eine vortreffliche Uebersicht der Alpenpflanzen des Cantons Bern, wie in allen unsern Floren ist aber die Höhenverbreitung meistens nur in allgemeinen Ausdrücken angegeben, welche unbestimmten Höhenangaben wir für unsern Zweck nicht benutzen können. Die wichtigsten Aufschlüsse gibt uns das Verzeichniss der Pflanzen des Faulhornes und die Aufzählung der Pflanzen, welche die Herren Lindt und E. von Fellenberg bei ihren Bergbesteigungen gesammelt haben (s. Verzeichniss V).

Das Verzeichniss der Pflanzen, welche auf der obersten Kuppe des Faulhornes von 8000 bis 8265 Fuss ü. M. vorkommen, enthält 130 Arten.*) Von diesen haben wir in Bünden 120 in derselben Höhe (von 8000 bis 8500 Fuss ü. M.), wogegen 8 Arten daselbst wol in der Höhe von 7000 bis 8000 Fuss sich finden, bislang aber nicht über 8000 Fuss ü. M. getroffen wurden. Es sind dies folgende Arten:

Chrysanthemum leucanthemum, Primula farinosa, Veronica serpyllifolia, Carum Carvi, Arabis Gerardi, Capsella bursa pastoris, Epilobium origanifolium und *Alchemilla alpina.*

Es sind 5 Ebenenpflanzen und 3 Gebirgspflanzen, die auch im Canton Bern voraus in der subalpinen und alpinen Region zu Hause sind.

Dazu kommen noch die *Androsace pubescens* und *Pedicularis versicolor Whlbg.*, welche Bünden fehlen.

Anderseits haben wir in den raetischen Alpen in dem Stockwerk von 8000 bis 8500 Fuss ü. M. 64 Arten, welche dem Faulhorn fehlen.

Aus dem zweiten Stockwerk von 8500 bis 9000 Fuss ü. M. haben wir aus den Berner Alpen nur wenige genauere Angaben, mehr aber aus den höhern Regionen. Die *Saxifraga potens Gaud.* (ein Bastard von S. aizoides und S. caesia) wurde am Oldenhorn bei 8930 Fuss beobachtet, *Leontodon pyrenaicus* am Wetterhorn (Gleckstein) bei 9200 Fuss, die *Campanula cenisia* auf einer Moräne des Tschingelgletschers und die *Poa alpina* auf den Moränen des Lämmerngletschers, die *Androsace helvetica* am Schreckhorn bei 8559 Fuss, am Schwarzhorn im Grindelwald bei 9027 Fuss und am Gross-Hundshorn bei 9034 Fuss; die *Androsace glacialis* am Seidelhorn, am Oberaarhorn bei 10,464 Fuss, am Dossenhorn und am Wellhorn bei 9834 Fuss.

---

*) Der sel. Apotheker Guthnick hat auf demselben 120 Arten gesammelt (vgl. J. J. Schweizer, Das Faulhorn bei Grindelwald. Bern 1832. Mit Nachträgen und Verbesserungen mitgetheilt. Oct. 1843). Prof. Martins, welcher in den J. 1841, 1842, 1844 und 1846 daselbst gesammelt, führt 132 Arten auf, von denen ich aber zwei (Blitum Bonus Henricus und Stellaria media) weggelassen habe, da diese Ruderalpflanzen erst seit dem Bau des Wirthshauses dort sich eingefunden und ohne Zweifel eingeschleppt sind. Die Soldanella des Faulhorns ist die S. pupilla und nicht die S. alpina, und das Epilobium das E. origanifolium und nicht das E. alpinum L.

Auf dem Gaulipass wurden bei 10,080 Fuss (3274 m.) 9 Arten beobachtet, nämlich:

Poa laxa, Chrysanthemum alpinum, Androsace glacialis, Gentiana bavarica, Ranunculus glacialis, Silene acaulis, Saxifraga oppositifolia, S. muscoides und *Potentilla grandiflora.*

Am Ewigschneehorn bei 10,468 Fuss (3400 m.): die *Poa laxa* und *Androsace imbricata;* und von Hrn. Lindt am Oberaarhorn in derselben Höhe: die *Androsace glacialis, A. helvetica, A. obtusifolia, Ranunculus glacialis, Draba Johannis, Saxifraga oppositifolia, Artemisia spicata, Achillea moschata* und *Linaria alpina.*

Am Finsteraarhorn waren an der Südwestabdachung bei 10,313 Fuss (3350 m.): die *Poa laxa, Linaria alpina, Draba frigida, Silene acaulis, Saxifraga bryoides* und *S. muscoides;* bei 12,314 Fuss (4000 m.) hat Hr. Lindt am Finsteraarhorn die *Saxifraga bryoides, S. muscoides* und *Achillea atrata* gefunden, und bei 13,143 Fuss ü. M., wenig unter dem Gipfel, wurde im September 1872 von Apotheker Lohmeier ein Exemplar des *Ranunculus glacialis* gesehen und dasselbe dort im folgenden Jahre von Dr. Calberla in Blüthe getroffen.*)

Auf der obersten Spitze des, unter dem Namen des Lauteraarhorns bekannten, südlichen Gipfels des Schreckhorns (12,440 Fuss ü. M.) fand A. Escher von der Linth auf Gneis und Glimmerschiefer als einzige Pflanze die *Androsace glacialis***); bei 11,080 Fuss war noch *Ranunculus glacialis* zu sehen. E. von Fellenberg beobachtete bei seiner Besteigung des Schreckhorns (1864) die *Androsace glacialis* bei 10,156 Fuss ü. M. als letzte Blüthenpflanze.

An der Jungfrau (am Schneehorn) sah Hr. E. von Fellenberg bei 9233 Fuss (3000 m.) noch: *Thlaspi rotundifolium, Hutschinsia alpina, Gaya simplex, Erigeron uniflorus, Artemisia mutellina* und *spicata;* und bei 10,309 Fuss: die *Silene acaulis* und *Saxifraga oppositifolia;* am Vieschergrat über dem Eismeer von Grindelwald bei ca. 9220 Fuss die *Saxifraga bryoides.*

5. Glarner Alpen.

So klein auch der Canton Glarus ist, hat er doch eine Zahl von Berggipfeln und Felsgräten, welche über 8000 Fuss ü. M. sich erheben. Der Ruchi-Glärnisch ist 8967 Fuss ü. M., der Kärpfstock 8613 Fuss, der Ofen 8773 Fuss, der Vorab 9346 Fuss, der Hausstock 9715 Fuss und der Tödi 11,115 Fuss.

*) Vgl. Jahrbuch des Schweizer Alpenclub. VIII, p. 530. IX, p. 531.

**) Vgl. Arnold Escher von der Linth, Lebensbild eines Naturforschers. p. 251.

Auf der höchsten Kuppe des Ruchi-Glärnisch habe ich 1832 noch 3 Blüthenpflanzen gesehen, nämlich: *Draba Wahlenbergi, Thlaspi rotundifolium* und *Hutschinsia alpina*;

auf dem Gipfel des Kärpfstockes: *Poa laxa, Gentiana bavarica imbricata, Gaya simplex, Silene acaulis, Saxifraga bryoides* und *S. planifolia;*

auf dem Vorab: *Poa laxa, Androsace glacialis, Cerastium latifolium glaciale* und *Saxifraga oppositifolia;*

auf der obersten Spitze des Hausstockes war nur die *Androsace glacialis.*

Die oberste Kuppe des Tödi ist mit Firn bekleidet und pflanzenlos, wogegen am kleinen Tödi und auf dem Sandgrate noch 17 Arten vorkommen.

Im Ganzen sind mir aus dem Canton Glarus bekannt geworden (siehe Verzeichniss VI):

von	8000	Fuss	bis	8500	Fuss	42	Arten
»	8500	»	»	9000	»	24	»
»	9000	»	»	9500	»	4	»
»	9500	»	»	10,000	»	1	»

Von den 42 Arten des ersten Stockwerkes sind alle bis auf zwei (die *Androsace Heerii Heg.**) und *Saxifraga Kochii Hornsch.*) auch in Bünden in derselben Höhe beobachtet worden. Von diesen steigen aber in Glarus nur 4 über 9000 Fuss ü. M. hinauf, während in Bünden 78 Arten, und die letzte Pflanze sahen wir in Glarus bei 9715 Fuss, während dieselbe Art (die *Androsace glacialis*) am Piz Linard bei 10,516 Fuss und am Schreckhorn sogar bei 12,440 Fuss ü. M. sich findet.

6. Rückblick.

Wenn wir die in unsern Alpen bislang von 8000 Fuss bis 13,000 Fuss ü. M. beobachteten Blüthenpflanzen zusammenstellen, erhalten wir 338 Arten. Ein Blick auf das Verzeichniss (Tabelle VII) zeigt uns die Verbreitung der Arten in den verschiedenen Stockwerken. Manche Arten können wir durch 2, 3 und 4 und selbst 5 und 6 Stockwerke ohne Unterbrechung verfolgen; mehrere andere fehlen in einzelnen Zwischenstationen, was ohne Zweifel zufällig ist und von mangelnder Beobachtung herrührt. Wenn wir eine Art in einer tiefern und einer höhern Station beobachtet, werden wir ihr Vorkommen auch in den dazwischen liegenden Höhen annehmen dürfen. Ich habe diese Lücken in dem Verzeichnisse in der Weise ausgefüllt, dass ich an betreffender Stelle in die Colonne ein *x* gesetzt habe, welches also sagt, dass das Vorkommen der Art in diesem Stockwerk zwar

---

*) Diese von mir zuerst im Sommer 1828 am Segnespass entdeckte Pflanze, welche vielleicht einen Bastard von A. glacialis und A. helvetica darstellt, wurde von Hrn. Buser an der Windgelle bei 8169 Fuss ü. M. gefunden.

noch nicht nachgewiesen, aber doch sehr wahrscheinlich sei. In diesem so vervollständigten Verzeichnisse erhalten wir folgende Zahlen:

Stockwerk:	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII
	8000 bis 8500	8501 bis 9000	9001 bis 9501	9501 bis 10,000	10,001 bis 10,500	10,501 bis 11,000	11,001 bis 12,000	12,001 bis 13,000
Bünden	294	185	78	32	16	4	—	—
Wallis	206	156	139	118	36	18	10	2
Chamonix	84	8	24	5	5	3	2	—
Bern	150	25	24	17	17	6	5	5
Glarus	42	24	4	1	—	—	—	—
Gesammtzahl:	336	226	152	120	49	13	12	6

Die grösste Zahl von Beobachtungen haben wir aus allen Stockwerken der nivalen Region aus den raetischen Alpen (Bünden) erhalten, daher nur dieses Verzeichniss den sichersten Einblick in die allmälige Umänderung der Vegetation der Hochalpen gestattet. Wir ersehen daraus, dass hier 109 Arten nicht aus dem I. in das II. Stockwerk übergehen, 107 nicht aus dem II. in das III., 46 nicht aus dem III. in das IV., 16 nicht aus dem IV. in das V. und 12 nicht aus dem V. in das VI., und dass bislang keine Arten über 11,000 Fuss getroffen wurden. Wenn wir von oben nach unten herabsteigen, begegnen uns im V. Stockwerk viermal mehr Pflanzen als im VI., im IV. zweimal mehr als im V., im III. über zweimal mehr und ebenso im II. gegenüber dem III. und im I. gegenüber dem II.

Im Wallis steigen die Pflanzen in der Monte-Rosa-Kette bedeutend höher als in den raetischen Alpen. Alle obern Stockwerke (III—VI) zeigen eine beträchtlich grössere Arten-Zahl und 10 Arten haben wir noch über 11,000 Fuss ü. M., während sie in Bünden diese Grenze nicht überschreiten. Allerdings zeigt unser Verzeichniss aus dem I. und II. Stockwerk des Wallis eine geringere Arten-Zahl als in den entsprechenden Höhen Bündens. Dies rührt aber ohne Zweifel daher, dass uns aus denselben eine geringere Zahl von Verzeichnissen vorlagen. Weitere Untersuchungen werden diese Lücke ausfüllen. Dasselbe gilt auch von den Pflanzen des Cantons Bern und des Chamonix. Doch wird dadurch das Gesammtbild der Flora, wie es in diesen Verzeichnissen uns entgegentritt, sehr wahrscheinlich nicht wesentlich geändert werden.

Die 338 Arten unserer nivalen Flora vertheilen sich auf 138 Gattungen und 46 Familien.

Weitaus die artenreichste Familie ist die der Synanthereen, indem sie fast $^1/_6$ der Gesammtzahl bildet (58 Arten), dann folgen die Gramineen, Cruciferen, Saxifrageen, Papilionaceen, Cyperaceen, Alsineen und Primulaceen mit 121 Arten, hierauf die Rosaceen, Scrophularien, Ranunculaceen und Gentianeen mit 57 Arten.

Wenn auch die Synanthereen in der nivalen Region, wie in den Alpen und der Schweizer Flora im Ganzen, die artenreichste Familie darstellen, spielt sie diese Rolle doch nur in dem ersten, zweiten und dritten Stockwerk; im vierten Stockwerk sind die Gramineen, die Cruciferen und Saxifrageen die artenreichsten Familien, auf welche die Synanthereen und Primulaceen folgen; im fünften Stockwerk die Gramineen, Cruciferen, Synanthereen, Primulaceen und Saxifrageen; im sechsten die Gramineen, Synanthereen und Saxifrageen; im siebenten (über 11,000 Fuss ü. M.) hat nur die Familie der Gräser, der Synanthereen und Saxifrageen zwei Repräsentanten, während die 6 andern Familien nur noch in einzelnen Arten erscheinen. Dies sind aber alles Arten, welche durch ihre grosse Verbreitung durch alle Stockwerke einen sehr wesentlichen Antheil an der Bildung der nivalen Flora nehmen.

Die Monocotyledonen begegnen uns in 6 Familien, von denen die Gräser, Cyperaceen und Juncaceen stark vertreten sind, wogegen die 3 andern Familien (die Liliaceen, Colchicaceen und Orchideen) nur in je Einer Art erscheinen und selten sind.

Von den Dicotyledonen berühren mehrere Familien nur das unterste Stockwerk, nämlich die Dipsaceen, Plantagineen, Vaccinieen, Cistineen, Onagrarieen, Empetreen und Rhamneen, und sind auch in diesem nur schwach vertreten; andere verhalten sich ähnlich, aber reichen bis in das zweite Stockwerk, so die Plumbagineen, Ericaceen, Rubiaceen und Violaceen; und wieder andere reichen zwar durch mehrere Stockwerke hindurch, bleiben aber durchwegs auf wenige Arten beschränkt, so die Labiaten, Boragineen, Papaveraceen und Sileneen. Beachtenswerth ist, dass die Labiaten zwar in Einer Art bis zu 10,500 Fuss ü. M. hinaufsteigen, diese aber eine gemeine Ebenenpflanze (der *Thymus serpyllum*) ist, während die verwandten Boragineen in den obersten Stockwerken zwar auch nur in Einer Art erscheinen, diese aber in einer den Hochalpen ganz eigenthümlichen und ausgezeichneten Art (dem *Eritrichium nanum*). Dasselbe gilt von den Ranunculaceen, Sileneen und Gentianeen. Zu den zierlichsten Pflanzen der Hochalpen gehören die Primulaceen, welche durch alle Stockwerke die Felsen mit ihren überaus niedlichen Blüthen schmücken. Im ersten Stockwerk sind es die Soldanellen, die eigentlichen Primeln und die doldenblüthigen Androsacen, welche uns häufig begegnen, im zweiten und den folgenden sind es voraus die einblüthigen, rasenförmigen Androsacen, die Linné als Aretien getrennt hatte, welche uns oft auf den abgelegensten Firninseln als lieblichste Kinder der Gletscherwelt erfreuen.

Diese nivale Flora besteht grossentheils aus perennirenden Pflanzen, doch ist die Angabe unrichtig, dass die Einjährigen Pflanzen in der Schneeregion fehlen. Wir haben noch in derselben 13 einjährige Arten, nämlich: *Poa annua varia*, *Gentiana campestris*, *G. germanica*, *G. glacialis*, *Capsella*, *Euphrasia*, *Linaria alpina*, *Arenaria*, *Cerastium*, *Sedum atratum* und *Saxifraga adscendens*, und ein paar zweijährige (*Sedum annuum* und *Arabis Gerardi*). Die *Linaria*, die *Euphrasia minima*, *Sedum atratum*, *Gentiana glacialis* und *Saxifraga adscendens* wurden aber über 8500 Fuss ü. M. getroffen.

Als holzartige Pflanzen haben wir 16 Arten zu bezeichnen, nämlich: *Juniperus nana*, die 5 Weidenarten, *Daphne striata*, *Erica vulgaris*, *Arctostaphylos uva ursi*, *A. alpina*, *Rosa alpina; Preisselbeere* und *Heidelbeere*, *Azalea procumbens*, *Rhamnus pumila* und *Empetrum nigrum*, die freilich sämmtlich so klein bleiben, dass sie keine Sträucher mehr darzustellen vermögen. Am höchsten steigen die Weiden und der Wachholder hinauf, welchen ich in Bünden an ein paar Stellen über 8000 Fuss ü. M. gesehen habe, den aber Schlagintweit sogar noch bei der St. Vincent-Hütte (9500 Fuss) angibt. Es bildet somit ein Nadelholz aus der Familie der Cupressineen die oberste Grenze der Holzvegetation in unsern Alpen.

Vergleichen wir die horizontale Verbreitung der nivalen Arten, werden wir finden, dass die Mehrzahl die ganze Alpenkette durchzieht. In den Thälern und den tiefern Regionen der Alpen ist der Unterschied in der Vegetation zwischen Osten und Westen der Schweiz grösser als in der nivalen Flora und auch in dieser schwindet der Unterschied immer mehr nach den Höhen.

Als Pflanzen der nivalen Region, welche die raetischen Alpen bewohnen, aber dem Wallis fehlen, sind 10 Arten zu bezeichnen:

Sesleria disticha, *Armeria alpina*, *Valeriana supina*, *Primula glutinosa*, *Pr. oenensis*, *Pr. integrifolia*, *Senecio carniolicus*, *Dianthus glacialis*, *Papaver alpinum raeticum* und *Saxifraga Hostii*.

Anderseits finden sich in der nivalen Region der westlichen Alpen, fehlen aber in Bünden, ebenfalls 10 Arten:

Senecio uniflorus, *S. incanus*, *Artemisia glacialis*, *Androsace pubescens*, *Campanula excisa*, *Braya pinnatifida*, *Saxifraga retusa*, *Potentilla multifida*, *Oxytropis Gaudini* und *O. neglecta*.

Also nur 20 Arten haben ein beschränktes Vorkommen, während über 300 Arten über die nivale Region der ganzen Alpenkette verbreitet sind.

Im ersten Stockwerk haben wir 58 Monocotyledonen und 279 Dicotyledonen; erstere verhalten sich zu letztern wie 1 : 4,84. Dasselbe Verhältniss gilt auch für die gesammte nivale Flora. Im zweiten Stockwerk ist das Verhältniss bei 37 Monocotyledonen und 189 Dicotyledonen wie 1 : 4,56; im dritten bei 29 Monocotyledonen und 124 Dicotyledonen wie 1 : 4,27; im vierten bei 23 Monocotyledonen und 95 Dicotyledonen wie 1 : 4,13; im fünften bei 5 Monocotyledonen und 44 Dicotyledonen wie 1 : 8,4; im sechsten bei 2 Monocotyledonen und 17 Dicotyledonen wie 1 : 8,5; im siebenten mit 2 Monocotyledonen und 10 Dicotyledonen wie 1 : 5. Im achten Stockwerk sind die Monocotyledonen verschwunden. Da in der Schweizer-Flora die Monocotyledonen zu den Dicotyledonen sich wie 1 : 3,57 verhalten, sind dieselben durchgehends in der nivalen Region schwächer repräsentirt und es steigert sich dies Verhältniss nach den Höhen.

Die Nadelhölzer begegnen uns in einem kleinen Zwergstrauch *(Juniperus nana)*, der aber über 6 Stockwerke verbreitet ist. Die Monocotyledonen zeigen nur 6 Familien,

von denen die Gramineen und Cyperaceen am stärksten vertreten sind. Die Gräser steigen in 2 Arten (der *Poa laxa* und *alpina*) bis über 11,000 Fuss ü. M. (am Weissthor bis 11,138 Fuss) hinauf; es bilden diese die oberste Grenze der Grasvegetation. Fast ebenso häufig ist die *Avena subspicata*, die über 10,000 Fuss ü M. hinaufgeht (so am St. Theodulpass). Dasselbe ist der Fall bei der in den raetischen Alpen sehr verbreiteten *Sesleria disticha*, während die Schwingelarten, so die verschiedenen Formen der *Festuca ovina* und die *F. Halleri*, wie die *Koeleria hirsuta*, im vierten Stockwerk zurückbleiben.

Unter den Cyperaceen begegnen uns die Seggen in 16 Arten, bilden daher eine der artenreichsten Gattungen der nivalen Region. Die häufigste Art ist die *Carex curvula*, die stellenweise noch grosse Rasen bildet und bis zu 10,053 Fuss ü. M. (am Piz Languard) getroffen wird. Die *Carex rupestris* und *C. nigra* sind durch 4 Stockwerke verbreitet, die *C. atrata*, *C. foetida* und *C. sempervirens* durch 3, die *C. lagopina* und *C. ericetorum* durch 2, während die *C. mucronata*, *C. Personii*, *C. frigida*, *C. ferruginea*, *C. ustulata* nicht über das erste Stockwerk hinausgehen. Die *C. bicolor* ist häufig im Sande des Inn im Oberengadin, doch haben wir sie hier nicht in der Schneeregion gefunden, während sie im Wallis (so am Gornergrat) noch im vierten Stockwerk derselben vorkommt.

Die *Elyna spicata* ist in Bünden und Wallis häufig und geht bis zu 9500 Fuss ü. M., während die ähnliche *Kobresia caricina* bei 8020 Fuss zurückbleibt, stellenweise aber in Menge auftritt. Das *Eriophorum Scheuchzeri* ist an sumpfigen Stellen überall in der alpinen Region und steigt bis 8060 Fuss ü. M. hinauf.

Die Juncaceen treten uns in den beiden Gattungen *Juncus* und *Luzula* ebenso häufig entgegen wie im Tieflande. Sie erscheinen in je 4 Arten. Die *Luzula spicata* und *L. spadicea* sind allgemein verbreitet und reichen bis zu 9600 Fuss ü. M., aber auch die *L. lutea* ist nicht selten und begegnet uns noch unter den Pflanzen des Gornergrates. Von den *Juncus* ist der *J. trifidus* nicht selten an feuchten Felsen bis zu 9000 Fuss ü. M., noch häufiger der *J. Jacquini* an sumpfigen Stellen und der *J. triglumis* an Bachrändern.

Die 3 weitern Familien der Monocotyledonen, die Liliaceen, Colchicaceen und Orchideen sind in der nivalen Region selten. Von den 3 Liliaceen ist die *Lloydia serotina* am häufigsten und auch noch auf dem Gornergrat zwischen Felsspalten zu finden. *Lilium martagon*, das einen Schmuck der subalpinen und alpinen Region bildet, berührt wie die *Gagea Liotardi* nur an wenigen Stellen die Schneeregion. Von den Colchicaceen ist die *Tofieldia borealis* am Bernina häufig an feuchten Orten, erreicht aber, wie die *T. calycina glacialis* nur an wenigen Stellen die Schneeregion. Dasselbe gilt auch von der einzigen Orchidee, der *Chamaeorchis alpina*, während die *Nigritella angustifolia* und *Himantoglossum viride* in der alpinen Region sehr häufig sind, aber nirgends 8000 Fuss ü. M. überschreiten.

Von den Dicotyledonen berühren mehrere Familien nur das unterste Stockwerk, nämlich die Chenopodiaceen, Santolaceen, Dipsaceen, Globularieen, Lentibularieen, Droseraceen, Onagrarien, Empetreen, Rhamneen, und sind auch in diesem nur durch wenige (nur durch

1—2 Arten) vertreten; andere verhalten sich ähnlich, aber reichen in das zweite Stockwerk hinauf, so die Valerianeen, Plumbagineen, Rubiaceen, Cistineen, Paronychieen, und wieder andere gehen zwar durch mehrere Stockwerke hindurch, bleiben aber auch durchweg auf wenige Arten beschränkt, so die Labiaten, Plantagineen, Vaccinieen, Ericaceen, Violaceen, Boragineen, Papaveraceen und Polygaleen.

Die artenreichste Familie der Schneeregion ist die der Synantheren. Sie bilden im I. Stockwerk $^1/_6$ aller Blüthenpflanzen; auch im II. und III. bilden sie zwischen $^1/_6$ und $^1/_7$, im IV. $^1/_7$, im V. $^1/_6$, im VI. $^1/_7$, im VII. $^1/_8$ und im VIII. $^1/_{12}$. Wir können also sagen, dass die Synantheren durch 6 Stockwerke zwischen $^1/_6$ bis $^1/_8$ der Blüthenpflanzen ausmachen; durch 5 Stockwerke bilden sie die artenreichste Familie, erst im VI. Stockwerk sind die Saxifrageen in derselben Zahl vertreten, ebenso im VII., und im VIII. werden sie von diesen übertroffen.

Zu den häufigsten Arten, welche über 10,000 Fuss hinaufsteigen, gehören: *Erigeron uniflorus*, *Artemisia mutellina* und *spicata*, *Achillea moschata*, *Chrysanthemum alpinum* und *Taraxacum officinale var. alpinum*. Der *Senecio uniflorus* steigt bis zur selben Höhe, ist aber auf die westliche Schweiz begrenzt. Der *Senecio incanus* des Wallis ist in Bünden durch den *S. carniolicus* repräsentirt. Beide finden wir noch über 9500 Fuss, während der *S. Doronicum* und *S. abrotanifolius* im ersten Stockwerk zurückbleiben.

Von den übrigen Synantheren will ich hier hervorheben: die *Adenostyles leucophylla W.*, welche in der Albulakette und am Bernina (bei 9041 Fuss) und am Gornergrat beobachtet wurde, die *Soyeria hyoseridifolia*, die bis 8800 Fuss hinaufsteigt, die *Crepis jubata*, welche am Ostende der raetischen Alpen, in Livino und im Samnaun, dann auf dem Flimserstein, und anderseits in den Westalpen am Hörnli am Fuss des Matterhorns (bei 8466 Fuss) vorkommt. — Die *Crepis pygmea L.* ist am Monte Braulio stellenweise häufig zwischen Geröll bis über 8000 Fuss ü. M.; die *C. Jacquini* im Kalkgebirg der Alveneuer Alpen und im Oberengadin bis 8500 Fuss ü. M.

Von den Habichtskräutern sind das *Hieracium alpinum*, *H. angustifolium* und *H. glanduliferum* sehr verbreitet und noch im dritten Stockwerk zu finden, während die übrigen Arten im ersten Stockwerk zurückbleiben.

Von den distelartigen Synantheren steigt das *Cirsium spinosissimum* am höchsten hinauf, indem Prof. Brügger am Piz Hot einige Stöcke noch bei 9200 Fuss ü. M. antraf. Es findet sich im ersten Stockwerk voraus an Stellen, wo die Schafe gelagert, und diese tragen wahrscheinlich zur Verbreitung ihrer mit einem Haarschopfe versehenen Samen bei.

Nicht selten ist die *Saussurea alpina L. sp.*, von der auch die als *S. depressa Gren.* unterschiedene Form im Avers, am Parpaner Rothhorn und am Piz Languard gefunden wird; die *S. discolor L. sp.* steigt im Beverserthal bis 8600 Fuss hinauf; die in den Wiesen des Oberengadins sehr häufige *Centaurea nervosa Willd.* bleibt schon bei 8050 Fuss ü. M. zurück.

Auf die Synantheren folgen nach der Artenzahl die Gramineen mit 25, auf diese die Cruciferen mit 22, die Cyperaceen und die Papilionaceen mit je 19, die Primulaceen und

die Alsineen mit je 18, die Saxifrageen und Rosaceen mit je 17, die Scrophularieen mit 16, die Gentianeen mit 13, die Ranunculaceen mit 10, die Campanulaceen mit 9, die Juncaceen mit 8, die Crassulaceen mit 7, die Sileneen mit 6, die Salicineen, Polygoneen und Umbelliferen mit je 5 Arten. Ein Blick auf die Tafel VII zeigt uns die Vertheilung der Arten auf die verschiedenen Stockwerke.

Wir wollen dieselben noch mit einigen Bemerkungen begleiten. Die weidenartigen Pflanzen sind in der *Salix herbacea, S. retusa* und *S. reticulata* über alle Alpen verbreitet, sie gehen bis in das vierte, ja die *S. herbacea* bis in das fünfte Stockwerk hinauf, indem sie noch auf dem Theodulpass bei 10,318 Fuss ü. M. erscheint, wogegen die *Salix Lapponum* und *S. arbuscula* nur bis in das erste Stockwerk reichen.

Die Polygoneen treten uns in derselben Artenzahl entgegen, wie die Weiden. Die *Oxyria digyna* und *Polygonum viviparum* gehören zu den gemeinsten Pflanzen der Schneeregion; die erste findet sich in Wallis bis zu 9800 Fuss ü. M., letztere in Bünden bis zu 9233 Fuss. Viel früher verschwinden die Rumex-Arten, immerhin erreicht der *R. nivalis* am Parpaner Rothhorn 8930 Fuss ü. M., während der in den Alpen so gemeine *R. alpinus* nur bis 8100 Fuss und der *R. scutatus* bei Zermatt bis 8466 Fuss ü. M. getroffen wird.

Den einzigen Repräsentanten der Melden (das *Blitum bonus Henricus*) finden wir an Schafplätzen am Weisshorn bei 8100 Fuss und am Abhang gegen Val Federia im Lavirums.

Von den Thymeleen ist die zierliche *Daphne striata* noch am Piz Padella und am Languard und steigt am Sass Corviglio bis zu 8813 Fuss ü. M.

Das *Thesium alpinum* erreicht am Piz Languard die Schneeregion, und die *Scabiosa lucida* am Bernina und Piz Padella.

Es sind dies gemeine Alpenpflanzen, wogegen die einzige Baldrianart der Schneeregion (die *Valeriana supina*) zu den seltenen raetischen Pflanzen gehört, welche der übrigen Schweiz fehlen. Ich fand sie schon 1834 häufig in den Kalkriesenen am Fraela, dann am Monte Branlio und am Umbrail bei 8600 Fuss; Prof. Brügger im Avers am Furkahorn und am Piz St. Michel, ferner am Alpisellapass zwischen 6600 und 7000 Fuss ü. M.

Von den Plantagineen ist die *Plantago alpina* noch am Gornergrat, doch in solcher Höhe nur im Wallis, während sie im ersten Stockwerk auch im Chamonix, in Bünden und den Berner Alpen vorkommt. Die *Pl. montana* berührt nur am Urdenpass die Schneeregion.

Die Plumbagineen haben in der *Armeria alpina* eine schöne Art, welche in Bünden an vielen Stellen bei fast 8800 Fuss ü. M. die Felsen schmückt. Sie reicht an der Canalalp bis 5800 Fuss ü. M. hinab.

Von den Globularieen erreicht nur die *Globularia cordifolia* am Ducanpass (8225 Fuss) die Schneeregion, während die in den Alpen sehr verbreitete *Gl. nudicaulis* schon bei 7500 Fuss (?) die obere Grenze findet.

Eine Vergleichung unserer nivalen Flora mit derjenigen anderer Länder und mit der arctischen Flora zeigt uns, dass auch diese nivale Flora aus zwei ganz verschiedenen Elementen besteht, von denen das Eine den Alpen angehört und die endemische Flora derselben darstellt, das andere aber von Norden gekommen ist; wir haben daher diese arctische Flora sorgfältig zu berathen.

7. Vergleichung der nivalen Flora der Schweiz mit der arctischen.

In dem Verzeichnisse IX, welches dieser Abhandlung beigegeben ist, habe ich die Arten zusammengestellt, welche unsere nivale Region mit der arctischen Zone gemeinsam hat. Die Gesammtzahl beträgt 150 Arten, also etwa ½ der Arten. Von diesen kommen auf:

Island 70, Grönland 84, Grinnellland 29, Spitzbergen 29, Skandinavien 134, das arctische Sibirien 91, arctische Amerika 75 Arten. Unter obigen 150 Arten sind 28 Ebenenpflanzen, welche auch in den Zwischenländern vorkommen; ziehen wir diese ab, bleiben 122 Arten, welche überall im Tiefland fehlen und als arctisch-alpine Arten bezeichnet werden können. Ziehen wir die Ebenenpflanzen (die im Verzeichnisse mit einem *E* bezeichnet sind) bei den oben genannten arctischen Ländern ab, bleiben für: Island 50 Arten, Grönland 64, Grinnellland 26, Spitzbergen 26, Skandinavien 97, arctisches Sibirien 70, arctisches Amerika 64. Sehr beachtenswerth ist, dass die Ebenenpflanzen, welche wir noch in unserer nivalen Region antreffen, auch in der arctischen Zone sich einfinden und dass keine einzige Ebenenpflanze in unserer nivalen Region getroffen wird, die nicht auch in der arctischen Zone sich angesiedelt hätte, wogegen eine Ebenenpflanze, nämlich die *Cardamine pratensis*, im Norden bis Spitzbergen und Grinnellland (bei 82° n. Br.) geht, nicht aber in unsere Nival-Region aufsteigt. Das arctische Skandinavien hat auch nach Abzug der Ebenenpflanzen die meisten Arten mit unserer nivalen Zone gemeinsam, 59 Arten mehr als mit dem arctischen Amerika und 43 mehr als mit dem arctischen Asien, trotz des ungemein viel grössern Areals des letztern Landes. Die beträchtliche Zahl von gemeinsamen Arten mit dem arctischen Europa, Asien und Amerika wird durch die grosse Gleichförmigkeit der arctischen Flora bedingt, indem zahlreiche Arten über das ganze arctische Land verbreitet sind. Es lag daher die Vermuthung nahe, dass zur Gletscherzeit die arctische Flora nach Süden vorgeschoben worden und so in unsere Gegend gekommen sei, wo sie, als das Klima wieder milder geworden, in unsern Alpen eine für sie passende Wohnstätte gefunden habe. Wenn wir zugeben, dass jede Pflanzenart von Einem Bildungsherd ausgegangen, müssen wir annehmen, dass die arctisch-alpinen Arten entweder von Norden nach Süden oder umgekehrt von Süden nach Norden gewandert seien. Wäre das letztere der Fall, so müssten in der arctischen Zone die

verschiedenartigsten Pflanzentypen zusammengetroffen sein und es müsste die Flora des arctischen Europa von der des arctischen Asien und Amerika sehr verschieden sein. Nun ist aber das gerade Gegentheil der Fall; die polare Flora zeigt eine grosse Gleichförmigkeit. Noch wichtiger ist aber die Thatsache, dass die europäischen Alpen eine ganze Zahl von Pflanzenarten mit den Alpen Asiens und Amerikas gemeinsam haben und dass diese Arten sämmtlich auch in der arctischen Zone zu Hause sind. Dies erklärt sich in sehr einfacher Weise, wenn wir annehmen, dass diese Pflanzen aus der arctischen Zone stammen, von der aus sie sich strahlenförmig verbreitet haben. Wir haben oben gesehen, dass von den arctisch-alpinen Pflanzen 134 Arten mit solchen Skandinaviens übereinstimmen; von den 68 Arten, die das arctische Amerika mit unserer Nival-Region gemeinsam hat, wurden 41 auch auf den Alpen der Vereinigten Staaten (25 auf der atlantischen Seite, 27 auf der des Stillen Meeres und 36 im Felsengebirge) gefunden; und von den arctisch-alpinen Arten Asiens 94 im Altai und 24 noch im Himalaya. Da alle diese Arten im hohen Norden zu Hause sind, ist es viel leichter, sie von da aus auf die Gebirge Europas, Amerikas und Asiens gelangen zu lassen, als auf irgend einem andern Wege. Wir haben in unsern Hochalpen häufig eine Grasart (das *Trisetum subspicatum*), die wir auch überall in der arctischen Zone finden, in Europa, Asien und Amerika, und die wir durch die Cordilleren bis zur Magellan-Strasse verfolgen können; die aber auch am Altai und Himalaya vorkommt. Wir finden ferner die *Silene acaulis*, *Dryas octopetala*, *Sibbaldia procumbens*, *Saxifraga stellaris* und *oppositifolia*, *Papaver alpinum*, *Alsine verna*, *Oxyria digyna*, *Polygonum viviparum*, *Phleum alpinum* u. a. m. auf den amerikanischen Alpen ebenso häufig wie bei uns, wie sollten sie dahin gekommen sein, wenn nicht von Norden aus, wo sie jetzt noch zu Hause sind! Da in Amerika ein grosser Gebirgszug den ganzen Continent von Nord nach Süd durchzieht, werden die arctischen Pflanzen demselben gefolgt sein; in Europa und Asien aber sind die Verhältnisse ganz verschieden und hier fehlt jetzt die Brücke zwischen dem arctischen Land und den südlich gelegenen Gebirgen.

Wenn die arctische Zone die Urheimath dieser Flora ist, so werden wir für unsere arctisch-nivalen Arten Skandinavien zum Ausgangspunkt zu nehmen haben, da dies das uns am nächsten liegende arctische Land ist. In der That hat auch dieses Land die meisten gemeinsamen Arten mit unserer nivalen Region. Die meisten Arten sind allerdings in der arctischen Zone weit verbreitet, doch begegnen uns mehrere Arten, die Skandinavien ausschliesslich mit den Alpen gemeinsam hat; wir nennen:

Agrostis alpina, *Poa minor*, *Chamaeorchis alpina*, *Campanula barbata*, *Ajuga pyramidalis*, *Hieracium angustifolium*, *H. piliferum*, *Saxifraga biflora*, *Alchemilla fissa* und *Oxytropis lapponica*.

Die *Gentiana purpurea* erreicht zwar den arctischen Kreis nicht, findet sich aber in Norwegen.

Skandinavien ist ein uraltes Festland, welches auch zur Gletscherzeit als solches bestand. Allerdings hatte während derselben eine etwelche Senkung des Landes statt-

gefunden, doch betrug dieselbe nie mehr als einige Fuss, so dass der grösste Theil der Halbinsel während der ganzen quartären Periode Festland war. Dieses war grossentheils mit Gletschern bedeckt; dass aber aus demselben zahlreiche eisfreie Gebirgsgipfel emporstanden, beweisen die erratischen Blöcke, welche in so ungeheuren Massen aus Skandinavien und Finnland nach Deutschland gekommen sind. Immer mehr häufen sich die Beweise für die Annahme, dass die nordischen Gletscher eine Brücke über die Ostsee bildeten und sich über Norddeutschland ausbreiteten. Da wir in unsern Schweizer Alpen 337 Blüthenpflanzen-Arten in der Schneeregion nachweisen konnten, unterliegt es keinem Zweifel, dass diese Arten auch zur Zeit der grössten Gletscherentwicklung leben konnten, so dass auch damals den aus dem Eis hervortretenden Felsmassen der Blüthenschmuck keineswegs gefehlt haben wird. Wenn wir bedenken, welche ungeheuren Felsmassen durch die Gletscher vermittelt aus dem Norden nach Deutschland gekommen sind, wird die Annahme gestattet sein, dass mit diesen Gesteinsmassen auch die sie bewohnenden Pflanzen nach Süden transportirt wurden. Dies bestätigen die Pflanzen, welche man in Gletscherablagerungen gefunden hat. Wir verdanken Dr. Nathorst*) die wichtige Entdeckung, dass im südlichen Schweden (in Schonen) an vielen Stellen in glacialem Letten die Blätter von Pflanzen gefunden wurden, die gegenwärtig nur im Norden Skandinaviens sich finden, nämlich: die *Salix polaris*, *S. reticulata*, *Dryas octopetala* und *Betula nana*. Und dieselbe arctische Flora hat er in den genannten Arten (nebst *Salix herbacea*) auch in Dänemark aufgefunden. In Norddeutschland hat er im Geschiebelehm nordwestlich von Nezka, zwischen den Eisenbahnstationen Oerzenhof und Sponholz (in Mecklenburg) die *Betula nana*, *Dryas octopetala* und *Salix reticulata* entdeckt, und an der englischen Küste von Norfolk die *Salix polaris*. Es ist zu hoffen, dass diese arctische Flora auch in Mittel- und Süd-Deutschland noch aufgefunden werde, da wir dieselbe auch in den glacialen Ablagerungen der Schweiz haben. Auch hier war es Dr. Nathorst, der sie zuerst nachgewiesen hat. Später hat Dr. C. Schröter mehrere neuen Fundstellen entdeckt; wir kennen nun solche Pflanzen aus Gletscherletten von Schwerzenbach, von Niederweil bei Frauenfeld, von Hütten, Bonstetten und Hedingen. Es wurden daselbst bis jetzt gefunden: *Betula nana*, *Salix polaris*, *S. herbacea* (von Hedingen), *S. hastata alpestris*, *S. retusa*, *S. reticulata*, *Polygonum viviparum*, *Dryas octopetala*, *Arctostaphylos uva ursi*, *Myriophyllum* und *Potamogeton*. Bei diesen Blättern liegen Insecten-Reste, welche auch zum Theil alpinen Thieren angehören, so Carabus sylvestris, C. arvensis, Otiorhynchus alpicolus, O. niger montanus, O. rugifrons, O. fuscipes, Harpalus laevicollis, welche, wie die Gletscherpflanzen, uns verkünden, dass zur Zeit, als sie im Tieflande lebten, da ein ähnliches Klima geherrscht haben muss, wie jetzt in unsern Alpen.

---

*) cf. Dr. A. G. Nathorst, om nagra arctiska växtlemningar i en sötvattenslera vid Alnarp i Skane. Lund Univ. Arsskrift VII. 1870.

Ueber neue Funde von Glacialpflanzen in Englers botan. Jahrb. I. 5. Heft, p. 431.

Von den Pflanzen gehören 5 Arten der Schneeregion an, 3 reichen nicht bis in diese hinauf, sind aber Gebirgspflanzen *(Betula, Arctostaphylos, Salix hastata)* und finden sich auch im Norden, wie die 5 nivalen Arten. Die wichtigste Art ist die *Salix polaris*, welche jetzt der Schweiz und den Alpen fehlt und nur in der arctischen Zone und zwar in Skandinavien und auf Spitzbergen vorkommt. Wir haben also hier eine arctische Art, welche zur Gletscherzeit in der Schweiz gelebt hat, sich aber da nicht zu halten vermochte, während die nahe verwandte *S. herbacea*, die auch im Norden sehr verbreitet ist, überall in unsern Hochalpen vorkommt, zur Gletscherzeit aber im Tiefland gelebt hat. Die Polarweide bildet ein kostbares Document, das beweist, dass diese glacialen Pflanzen aus dem Norden gekommen sind.

Es mögen wohl diese Pflanzen des Gletscherlettens in der Umgebung des Gletschers gelebt haben und mit demselben sich über die Gegend verbreitet haben. Zu ihrer weitern Verbreitung werden die Gletscherbäche und der Wind das ihrige beigetragen haben. Es ist nicht denkbar, dass gegenwärtig der Wind aus der arctischen Zone Pflanzensamen nach unsern Alpen vertragen könnte, da die Entfernung zu gross ist und überdies die Mehrzahl der arctisch-alpinen Arten flügellose Samen besitzt. Durch das Vorrücken der Gletscher aus den Alpen und vom Norden her wurde aber das gletscherlose Zwischenland immer mehr verkleinert und durch Wind und Wasser konnten die Südgrenzen der arctischen Pflanzen allmälig vorgeschoben werden. Dazu mögen aber auch die Thiere beigetragen haben und zwar nicht nur die Vögel, sondern auch die mit dichtem Haarfilz bekleideten Säugethiere, so die Mammuth, Moschusochsen und Renthiere, welche durch ihr Haarkleid zur Verbreitung der Samen beitragen konnten. Wissen wir ja doch, dass in der Wolle der Schafe eine Menge von Samen sich anheften und von ihnen vertragen werden, wobei ich an die zahlreichen exotischen Pflanzen erinnern will, welche im südlichen Frankreich an den Stellen sich ansiedelten, wo die neuholländische Schafwolle ausgewaschen wurde. Wenn aber auch durch die erratischen Gesteine, durch Wind und Wasser und Thiere die Samen verbreitet wurden, werden sie nur da gekeimt und sich entwickelt haben, wo sie ein für ihr Leben passendes Klima vorfanden. Dies war zur Gletscherzeit in einem grossen Theil von Europa der Fall. Zur Zeit, als der Steinbock, die Gemse und das Murmelthier über das Tiefland von Süddeutschland und Oberitalien verbreitet waren und der Halsband-Lemming (Myodes torquatus), der gegenwärtig nur im hohen Norden lebt (in Grönland und Grinnellland bis 82° n. Br.), mit 2 nordischen Wühlmäusen (Arvicola ratticeps und A. gregalis) selbst in Oberschwaben sich einfand*), werden auch für die arctische Flora die Lebensbedingungen sich gefunden haben; und dass diese in der That über das Tiefland der Schweiz verbreitet war, sagen uns die früher erwähnten Pflanzen der glacialen Ablagerungen.

*) cf. Dr. J. Probst, zur Kenntniss der quartären Wirbelthiere in Oberschwaben. Württemb. naturwissensch. Jahreshefte. 1881.

Von den 109 nivalen Pflanzen, die auch in der arctischen Zone zu Hause sind, ist eine Zahl schon jetzt in glacialen Ablagerungen der Zwischenländer nachgewiesen und ohne Zweifel wird die Zahl derselben bei weitern Nachforschungen sich bald vermehren; und dass diese von Norden nach Süden gewandert, beweist die Thatsache, dass sie sich schon zur Gletscherzeit im südlichen Schweden vorfanden. Im Tieflande sind dieselben verschwunden, als das Klima sich änderte, dagegen sind manche derselben auf den dazwischenliegenden Gebirgen geblieben; so hat der Harz und haben die Sudeten und die Karpathen eine beträchtliche Zahl von arctischen Pflanzen erhalten. Ich zähle (nach Abzug der Ebenenpflanzen) für die Karpathen 82 und für die Sudeten 40 unserer arctisch-nivalen Arten. Dabei ist es sehr beachtenswerth, dass einige arctischen Pflanzen in den Sudeten auftreten, die nicht weiter nach Süden vorgerückt sind (so der *Rubus chamaemorus*, *Saxifraga nivalis* und *Pedicularis sudetica*) und dass in der kleinen Schneegrube im Riesengebirge, an derselben Stelle, wo die *Saxifraga nivalis* sich angesiedelt hat, eine arctische Schnecke (Pupa arctica Wahlbg.) sich findet, welche wie die Pflanzen nach Norden weist.

Dies alles zeigt, dass die von Sir Jos. D. Hooker in seiner vortrefflichen Arbeit über die arctische Flora ausgesprochene Ansicht, dass Skandinavien den Ausgangspunkt für die Verbreitung der nordischen Pflanzen in Europa bilde, eine wohl begründete sei, eine Ansicht, die von den Herren Dr. Christ, Ball u. A. bestritten worden ist.

Eine ganz andere Frage ist es aber, ob Skandinavien der Bildungsherd der arctischen Flora gewesen sei, oder ob wir denselben anderswo zu suchen haben. Wir betreten da ein sehr dunkles Gebiet, auf welchem wir nur Vermuthungen aussprechen können. Hr. Dr. Christ spricht nicht nur Skandinavien, sondern überhaupt der arctischen Zone die Fähigkeit neue Pflanzenarten hervorzubringen ab. Das arctische Gebiet sei als das letzte ersterbende Glied am Leibe unsers Planeten, als das grosse Grab, in welchem das vom Aequator an stetig abnehmende Leben endlich erstarre, zur Rolle eines Bildungsherdes, von dem die Lebensformen dem Süden zufliessen konnten, in keiner Weise geeignet (cf. Das Pflanzenleben der Schweiz, S. 279). Es sei und bleibe die temperirte Zone Nordasiens und in viel kleinerm Umfang Nordamerikas, welche den Herd unserer nordisch-alpinen Pflanzen bilde.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die heisse und auch die temperirte Zone eine viel grössere Lebensfülle zu erzeugen und zu ernähren vermag, als die kalte, aber wie man sich auch die Entstehung neuer Arten vorstellen mag, immer werden sie nur da sich gebildet haben, wo sie die zu ihrer Entwicklung nothwendigen Lebensbedingungen vorfanden. Die arctischen Pflanzen werden daher nicht in einem heissen oder temperirten, sie können nur in einem kalten Klima entstanden sein und müssen einem solchen angepasst worden sein. Ein solches würden sie allerdings auf den Gebirgen Asiens gefunden haben und Hr. Christ will diese, namentlich die Altai-Kette, dafür in Anspruch nehmen. Von da aus hätten sich dieselben über Asien, Amerika und Europa ausgebreitet. Hätten aber die

arctisch-alpinen Pflanzen diesen Weg genommen, müssten sie auch auf den dazwischen liegenden Gebirgen, so dem Ural und dem Caucasus, sich finden. Das ist aber nur theilweise der Fall, und wir kennen eine ganze Zahl von arctischen Arten, welche am Altai und in unsern Alpen vorkommen, dagegen dem Caucasus fehlen; ich nenne:

Gentiana nivalis, G. glacialis, Papaver alpinus, Draba Wahlenbergi, Lychnis alpina, Silene rupestris, Rhodiola rosea, Saxifraga stellaris, S. oppositifolia, Epilobium alpinum, Dryas octopetala, Oxytropis campestris, Hedysarum obscurum, Viola biflora, Poa cenisia und *Carex bicolor.*

Ueberhaupt hat der Caucasus nur 46 arctisch-alpine Arten mit unserer Nival-Flora gemein, während der Altai 70, obwohl räumlich der Caucasus unsern Alpen näher liegt als dem Altai. Die Annahme fällt uns daher viel leichter, dass die arctisch-alpinen Pflanzen des Altai sowohl als die des Caucasus von der arctischen Zone ausgegangen seien, um so mehr, da das arctische Asien fast alle diese Arten besitzt.

Dazu kommt, dass wir die 41 arctisch-alpinen Arten der amerikanischen Alpen, welche mit unserer Nival-Flora übereinstimmen, nur durch Annahme ihres arctischen Ursprunges erklären können. Wenn aber die arctischen amerikanischen Pflanzen auf den dortigen Gebirgszügen nach Süden gewandert sind, warum soll diess nicht auch bei den asiatischen der Fall gewesen sein?

Wenn Hr. Dr. Christ den arctischen Zirkel nicht als Bildungsherd der Pflanzen betrachten will, weil er nur eine geringe Zahl von ihm eigenthümlichen Pflanzen besitzt, hat er nicht berücksichtigt, dass die arctischen Pflanzen eine sehr grosse Verbreitung haben und die Zahl der in der arctischen Zone entstandenen Pflanzen eine sehr beträchtliche wird, wie wir die arctisch-alpine Flora ihr zurechnen. Wir haben 109 Arten unserer Nival-Flora als solche arctische bezeichnet. Nehmen wir aber die untern Regionen unseres Gebirgslandes dazu, ist die Zahl dieser nordischen Arten sehr vergrössert und verdoppelt. Dr. Christ zählt für die ganze europäische Alpenkette 693 Arten auf, von denen 271 Arten in der arctischen Zone sich finden. Von diesen zieht er aber 41 Arten ab, von denen er annimmt, dass sie von den Alpen ausgegangen und nach Norden gewandert seien, sich darauf stützend, dass sie in den Alpen häufiger seien als im Norden. Dieses mehr oder weniger häufige Auftreten kann aber über die ursprüngliche Heimath nicht entscheiden, da die Erfahrung uns zeigt, dass gar manche Arten von Pflanzen und Thieren an neuen Standorten sich üppiger entfaltet haben, als in ihrer Heimath. Wenn wir aber auch diese 41 Arten abrechnen wollen, bleibt immer noch etwa $^1/_3$ der Arten der europäischen Alpenkette als nordische zurück. Von diesen überschreitet eine Art *(Saxifraga caespitosa)* nicht die Grenzen der Schweiz, obschon sie bis zu den Vogesen vorgerückt ist, ein paar bleiben am Fuss der Alpen zurück *(Hierochloa borealis, Carex heleonastes* (? wohl eher *chordorrhiza!*), *Scheuchzeria, Draba incana)*, andere begegnen uns sporadisch in der Bergregion und den untern Alpen, so:

Trientalis, Saxifraga cernua, Sedum villosum, Juncus squarrosus, Pinguicula alpina, Androsace septentrionalis, Betula nana, Alnus viridis, Streptopus, Carex heleonastes.

Noch mehr Arten reichen in die Alpenregion, bleiben aber in dieser zurück, so:

Thalictrum alpinum, Saxifraga Cotyledon, Linnaea borealis, Lonicera coerulea, Achillea alpina, Polemonium coeruleum, Salix hastata, S. myrtilloides, S. glauca, S. myrsinites, Gymnadenia albida, Nigritella angustifolia, Allium schoenoprasum var. Juncus castaneus, Carex incurva, C. Vahlii, C. capillaris, C. vaginata.

Am stärksten aber ist die arctische Flora in der Schneeregion vertreten, indem sie in dieser, wie wir früher gezeigt haben, die Hälfte der Arten bildet. Da in der Schneeregion die Alpenflora am reinsten ausgesprochen ist, ist dieses starke Verhältniss der arctischen Arten von grosser Bedeutung und führt uns zur Ueberzeugung, dass innerhalb des arctischen Kreises die Urheimath dieser Pflanzen zu suchen sei.

Es ist dies ein sehr grosses Gebiet, welches vom Ende der Devonzeit an Festland besass. Wir kennen solches mit Landpflanzen aus Spitzbergen, aus dem Untercarbon, dem Mittelcarbon, dem Jura, der Kreide und dem Tertiär. Wir erhalten daher hier den Boden zur Entwicklung der Pflanzenwelt durch alle Zeiten. Zur miocenen Zeit war eine reiche Flora über Grönland, das Grinnellland und Spitzbergen verbreitet. Wir kennen schon gegenwärtig 470 Arten miocener arctischer Pflanzen und wissen, dass auch diese fossile Flora, wie die jetzige lebende arctische Flora, eine grosse Verbreitung über die arctische Zone hatte und dass etwa $^1/_4$ der Arten auch in miocenen Ablagerungen Europas gefunden wurden. Der Reichthum der arctischen Flora und die grosse Zahl gemeinsamer Arten, wie aber auch die grosse petrographische Uebereinstimmung der Kohlenschiefer von Spitzbergen und Grinnellland (cf. Flora arctica V. Grinnellland p. 17) machen es sehr wahrscheinlich, dass zur miocenen Zeit in der arctischen Zone viel mehr Festland gewesen ist als gegenwärtig*) und Spitzbergen, Grönland und Grinnellland in Verbindung standen. Zeitweise mag dasselbe auch mit Lappland verbunden gewesen sein, da zwischen dem Nordcap und Spitzbergen das Meer nur eine geringe Tiefe hat. Alle diese Gegenden besitzen mehr oder weniger hohe Berge und dass Skandinavien und Spitzbergen schon zur Tertiärzeit solche Berge besessen haben, ist nicht zu bezweifeln. Die Tertiärfloren, die wir aus Spitzbergen und dem Grinnellland kennen, kommen aus dem Tieflande; aus Grönland haben wir auf der Halbinsel Noursoak Ablagerungen mit Pflanzen, die jetzt viele Fuss über Meer sich finden, indessen zur Zeit ihrer Bildung wohl tiefer lagen, da dort grosse Basaltdurchbrüche stattgefunden haben. Wir dürfen daher wohl annehmen, dass uns in der bis jetzt bekannten miocenen arctischen Flora die Pflanzenwelt der tiefen Region bis zu einigen hundert Fuss über Meer vorliege. Diese Flora hat im Grossen und Ganzen denselben Charakter, wie die Flora der jetzigen gemässigten Zone. Alle tropischen Formen fehlen, dagegen haben wir zahlreiche Baumtypen, wie wir sie jetzt in Mitteleuropa und Nordamerika treffen, Haselnuss, Birken, Hainbuchen, Buchen, Eichen, Kastanien, Ulmen, Pappeln, Linden, Platanen, Ahorn, Magnolien, Nussbäume, Taxodien, Sequoien, Föhren,

*) Vgl. Nordenskiöld, sketch of the Geology of Spitzbergen. Stockholm 1868. Pag. 52.

Tannen und Fichten. Drei Arten sind sogar mit jetzt noch lebenden Arten übereinstimmend, nämlich das Taxodium distichum, die Bergföhre und die Rothtanne. Die beiden letzten Arten fehlen dem tertiären Europa, sie treten da erst zur quartären Zeit auf (im Forestbed in Norfolk und in den Schieferkohlen der Schweiz), sind daher offenbar aus dem hohen Norden gekommen und hier dann in Folge des Klimawechsels ausgestorben. Da zur miocenen Zeit das Tiefland der arctischen Zone, und zwar bis zu 82° n. Br. hinauf, von einer ähnlichen Flora bekleidet war, wie wir sie jetzt in der gemässigten Zone Europas und Amerikas haben, darf die Vermuthung ausgesprochen werden, dass damals auf den Gebirgen der arctischen Zone eine der jetzigen alpinen ähnliche Flora werde gelebt haben; es wird ein ähnliches Verhältniss zwischen der Tiefland-Flora und der Gebirgs-Flora der arctischen Zone stattgefunden haben, wie es jetzt zwischen der Tiefland-Flora und der Alpen-Flora der Schweiz besteht. Diese miocene Gebirgs-Flora der arctischen Zone dürfte die Mutterflora der jetzigen arctischen Flora sein, welche zur pliocenen Zeit, als die grosse Umänderung in den klimatischen Verhältnissen vorging, in Folge dessen die reichen Laub- und Nadelholzwälder verschwanden, welche einst über das ganze arctische Land verbreitet waren, in die jetzigen Formen umgeprägt wurde. Sie stieg ins Tiefland hinab und nahm allmälig von den Gegenden Besitz, die einst eine ganz andere Vegetation getragen hatten. Glücklicher Weise haben wir darüber aus Spitzbergen einige Kunde erhalten. Dort finden wir an verschiedenen Stellen Ablagerungen, welche wahrscheinlich aus der Zeit stammen, die unmittelbar der grossen Gletscherverbreitung vorausgegangen ist.*)

Unter den 9 dort gesammelten Mollusken leben 6 noch im Meer Spitzbergens, während 3 dort nicht mehr vorkommen, wohl aber an den Küsten des europäischen Eismeeres sich finden. Unter den 35 Pflanzenarten sind 28 Moose, die einen durchaus nördlichen Charakter haben und der Moosflora der norwegischen Sümpfe entsprechen. Der *Fucus canaliculatus L.*, welcher sehr häufig ist, fehlt jetzt Spitzbergen und Grönland, findet sich dagegen an der norwegischen Küste; das *Equisetum variegatum*, *Salix polaris* und *Betula nana* sind auch jetzt noch in Spitzbergen, doch die *Betula* sehr selten; die *Salix retusa* aber fehlt jetzt Spitzbergen, ebenso die *Dryas integrifolia Vahl.*, die aber in Grönland und Labrador zu Hause ist. Da dieses Mytilusbett Spitzbergens einige Thiere und Pflanzen enthält, die jetzt in Spitzbergen nicht mehr leben und erst in etwas südlicheren Breiten erscheinen, rühren sie wahrscheinlich aus der Zeit v o r der letzten grossen Gletscherverbreitung her und sagen uns, dass damals die arctische Gebirgsflora zum Meeresstrand hinabgestiegen war und dass Glieder der jetzigen arctischen Flora damals dort vorhanden waren. Die *Salix retusa* war damals in Spitzbergen, ist jetzt da verschwunden, auch in Skandinavien selten, während sie zu den gemeinsten Alpenpflanzen gehört; umgekehrt ist die *Salix polaris* jetzt noch in Spitzbergen gemein, während sie in der Schweiz ausgestorben ist. Dass beide vom Norden ausgegangen, beweist ihr Vorkommen im Mytilusbett Spitzbergens.

*) Vgl. Flora fossilis arctica. II. Spitzbergen, S. 88.

Wenn wir das Gebirgsland der arctischen Zone als den Bildungsherd der arctisch-alpinen Flora betrachten, denken wir keineswegs, dass alle diese Arten in derselben Gegend entstanden seien; die einen mögen in Skandinavien, die andern in Spitzbergen und wieder andere in Grönland oder auf den jetzigen amerikanischen Inseln ihr jetziges Gepräge erhalten haben. Da in diesem ganzen grossen Gebiete sehr ähnliche klimatische Verhältnisse bestanden, werden sie sich über dasselbe ausgebreitet haben und so nach und nach diese gleichförmige arctische Flora entstanden sein, welche in der quartären Zeit strahlenförmig nach Süden vordrang. Die Arten, welche für diese Wanderungen die besten Eigenschaften besassen (sei es, dass sie am leichtesten den veränderten Verhältnissen sich anpassen konnten, oder dass ihre Samen zur Verbreitung sich besonders eigneten oder ihre Keimkraft länger behalten), werden die grösste Verbreitung gefunden haben und zu gleicher Zeit nach allen Richtungen gewandert sein. Wir nennen als solche Arten: *Trisetum subspicatum*, *Poa alpina*, *Phleum alpinum*, *Luzula spicata*, *L. spadicea*, *Oxyria digyna*, *Polygonum viviparum*, *Erigeron uniflorus*, *Papaver alpinum*, *Cardamine alpina*, *Alsine verna*, *Cerastium alpinum*, *Silene acaulis*, *Rhodiola rosea*, *Saxifraga oppositifolia*, *S. stellaris*, *Empetrum nigrum*, *Potentilla nivea*, *Sibbaldia procumbens*, *Dryas octopetala*, welche zu den am weitesten nach Norden vorgeschobenen Arten gehören und zugleich auf den europäischen, asiatischen und amerikanischen Gebirgen sich finden. Die merkwürdigste Art in dieser Beziehung ist das *Trisetum subspicatum*, das nicht nur zu den gemeinsten Gräsern der ganzen arctischen Zone gehört, sondern auch überall auf den europäischen Gebirgen, in Asien und Amerika sich findet und hier den Anden bis zur Magellanstrasse folgt, ja auch auf der neuseeländischen Insel gesammelt wurde. Die Entdeckung des Grundes dieser ungeheuer grossen Verbreitung dieses Grases müsste auf die Verbreitung der Gewächse überhaupt viel Licht werfen.

Andere arctische Arten haben sich nur über Skandinavien und die amerikanischen Alpen ausgebreitet, fehlen aber den europäischen Alpen, so das *Rhododendron lapponicum*, *Diapensia lapponica*, *Cassiope hypnoides* und *C. tetragona*, *Antennaria alpina*, *Artemisia borealis*, *Koeniga islandica*, *Saxifraga flagellaris*, *S. rivularis* und *Luzula arcuata*.

Und wieder andere sind nur auf die asiatischen, oder auch nur auf die europäischen Alpen vorgedrungen, wie wir früher gesehen haben.

Am auffallendsten ist das sporadische Vorkommen einzelner Arten. Wir heben folgende hervor, welche der europäischen arctischen Zone fehlen:

Die *Koeleria hirsuta* unserer Alpen ist zur Zeit nur noch aus dem arctischen Sibirien bekannt, die *Festuca Halleri Vill.* und *Aronicum Clusii All.* sind in Labrador, *Eritrichium nanum*, *Aster alpinus* und *Oxytropis uralensis* im arctischen Sibirien, am Altai und auf den amerikanischen Alpen, *Saxifraga muscoides* und *exarata* und *Saussurea discolor*, *Alnus viridis* und *Leontopodium* im arctischen Asien, *Anemone alpina* im arctischen Amerika. Wir glauben das Vorkommen dieser Arten am leichtesten durch die Annahme erklären zu können, dass diese Arten ursprünglich auch im arctischen Europa zu Hause gewesen,

dass sie aber daselbst ausgestorben seien. Hr. Dr. Christ nimmt an, dass die *Anemone alpina* aus dem arctischen Amerika über Grönland in unsere Gegenden gekommen sei. Allein es fehlt die Art gegenwärtig nicht nur in Skandinavien, sondern auch in Grönland und es ist in der That nicht abzusehen, wie die Art aus dem arctischen Amerika in unsere Alpen gekommen ist. Die Art ist sehr häufig am Brocken im Harz, wo ich sie vor fünfzig Jahren gesammelt habe; das wäre eine Zwischenstation zwischen Skandinavien und unsern Alpen, in welchen sie in der alpinen Region sehr gemein, aber nicht in die nivale Region hinaufsteigt. Sie erträgt daher das nivale Klima nicht mehr und ist auch in der arctischen Zone nur in Westamerika (an der Behringstrasse) gefunden worden und hat sich nicht über die amerikanischen Alpen verbreitet.

Die Annahme, dass die oben genannten Pflanzen früher in der arctischen Zone eine grössere Verbreitung hatten, als gegenwärtig, hat nichts Auffallendes, da wir ja nachweisen konnten, dass manche jetzt noch lebende Pflanzen einst im Norden gelebt haben, jetzt aber daselbst verschwunden sind, so die *Pinus abies L.*, *P. montana* und *Salix retusa*. Wir haben dabei zu berücksichtigen, dass während der glacialen Zeit die Pflanzen der arctischen Zone manchen Wechselfällen ausgesetzt waren und wenn auch die zahlreichen Pflanzen unserer Nival-Flora beweisen, dass damals im Norden keineswegs alles Leben erstarb und der Grundstock für die arctische Flora wohl sich auch dort während dieser Zeit erhalten hat und daher nicht von Süden her wieder einwandern musste; mögen doch manche empfindlichere Arten dort ausgestorben sein, die sich anderwärts erhalten haben. Als die klimatischen Verhältnisse sich änderten und die Gletscher in den tiefern Gegenden schmolzen, wird die arctische Flora, die nur zurückgedrängt, aber noch vorhanden war, von allen frei gewordenen Stellen Besitz genommen haben, die sich für ihre Entwicklung eigneten. In Skandinavien aber, das durch den Golfstrom ein auffallend mildes Klima erhielt, drang von Süden und Osten die Ebenenflora ein, die nun einen wesentlichen Bestandtheil seiner Flora bildet, der mit dem südlichen Festland in Verbindung steht; während in Grönland, wie dies Hooker schlagend nachgewiesen hat, diese Einwanderung nicht stattfinden konnte, daher selbst das südliche Grönland eine rein arctische Flora besitzt, die zunächst an die arctische Flora Skandinaviens sich anschliesst.

8. Endemische Pflanzen der Nival-Region.

Etwa die Hälfte der Nival-Pflanzen der Schweiz kann aus der arctischen Zone hergeleitet werden; es frägt sich aber, woher stammt die andere Hälfte, die wir als die endemische Flora der Nival-Region bezeichnen können. Eine nähere Untersuchung derselben zeigt uns bald, dass nur wenige Arten unserm Lande ausschliesslich angehören; ich kann von Nival-Pflanzen nur 8 Species nennen:

Senecio uniflorus All. im Wallis;

Campanula exsisa Schl., die in den Gebirgen des Saasthales und des Simplon zu Hause und bis zur Furca di Bosco im Tessin vorgeschoben ist;

die *Primula oenensis Thom.* der raetischen Alpen, die *Androsace Heerii* des Segnespasses und der Windgelle, die *Oxytropis neglecta* und die *Herniaria alpina* der Walliser Alpen und die *Polygala alpina Perr.*, die im Engadin die Schneeregion nicht erreicht, wohl aber im Wallis in dieser sich findet.

Die *Androsace Charpentieri* ist bis jetzt erst auf dem Monte Camoghé (8740 Fuss ü. M.) und dem Monte Legnone (8041 Fuss ü. M.) beobachtet worden, hat daher nur einen sehr kleinen Verbreitungsbezirk.

Bei der Mehrzahl der Arten reicht der Verbreitungsbezirk weit über die Grenzen unseres Landes hinaus. Blicken wir nach Osten, haben wir zahlreiche Arten, die sich auch in den östreichischen Alpen finden; wir nennen als solche:

Thlaspi rotundifolium, *Th. alpinum*, *Moehringia polygonoides*, *Alsine aretioides*, *Saxifraga Seguierii*, *S. stenopetala*, *Androsace helvetica*, *A. glacialis*, *Campanula cenisia*, *Soyeria hyoseridifolia*, *Senecio abrotanifolius*, *Achillea moschata*, *A. atrata*, *Valeriana supina*, *Eryngium alpinum*, *Oxytropis foetida*, *Astragalus leontinus;*

andere sind nach den französischen Alpen zu verfolgen, so:

Trifolium saxatile, *Oxytropis Gaudini.*

Nicht wenige Arten begegnen uns in den Karpathen, auf dem Apennin und zugleich in den Pyreneen, nämlich (21 Arten):

Linaria alpina, *Ranunculus montanus*, *R. rutaefolius*, *R. alpestris*, *Arabis bellidifolia*, *A. coerulea*, *Cardamine resedifolia*, *Draba aizoides*, *Cherleria sedoides*, *Sedum atratum*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga androsacea*, *S. aspera*, *Trifolium alpinum*, *Plantago alpina*, *Pl. montana*, *Gentiana verna*, *Campanula pusilla*, *Crepis aurea*, *Artemisia spicata*, *Adenostyles albifrons;*

oder in den Karpathen und Apenninen, so:

Arenaria biflora, *Hieracium villosum*, *Oxytropis montana.*

Oder in den Karpathen und den Pyreneen, nämlich (19 Arten):

Saxifraga planifolia, *S. retusa*, *Potentilla grandiflora*, *Geum montanum*, *Sesleria disticha*, *Crocus vernus*, *Armeria alpina*, *Gentiana acaulis*, *Phyteuma globulariaefolium*, *Ph. hemisphaericum* und *Ph. Scheuchzeri*, *Hieracium aurantiacum*, *Leontodon Taraxaci*, *Homogyne alpina*, *Chrysanthemum alpinum*, *Aronicum scorpioides*, *Senecio incanus*, *Hutschinsia alpina*, *Petrocallis pyrenaica;*

oder doch in den Karpathen, nämlich (7 Arten):

Dianthus glacialis, *Saxifraga caesia*, *Geum reptans*, *Primula glutinosa*, *Soldanella pusilla*, *Androsace obtusifolia*, *Rhododendron hirsutum.*

Andere treffen wir nur noch in den Apenninen, so:

Viola calcarata, *Gentiana bavarica*, *Adenostyles leucophylla;*

oder den Apenninen und Pyreneen:

Sempervivum arachnoideum, *Rhamnus pumilus*, *Trifolium caespitosum*, *Aretia Vitaliana*, *Artemisia mutellina;*

oder in den Pyreneen (12 Species), so:

Braya pinnatifida, *Potentilla minima*, *Alchemilla pentaphyllea*, *Primula integrifolia*, *Pr. viscosa*, *Pr. latifolia*, *Androsace imbricata A. pubescens*, *Gentiana brachyphylla*, *Rhododendron ferrugineum*, *Hieracium albidum* und *Achillea nana*, wovon einige den dazwischen liegenden französischen Alpen fehlen, während andere daselbst vorkommen.

Diese Zusammenstellung zeigt uns, dass die endemischen nivalen Pflanzen, welche nicht aus dem Norden gekommen sind, über einen grossen Theil der Alpenkette verbreitet sind. Nur wenige Arten sind auf kleine Verbreitungsbezirke beschränkt, die meisten, und gerade die häufigsten Arten, lassen sich von den französischen Alpen bis zu den Alpen von Tyrol, Steiermark und Kärnthen, ja viele bis in die Karpathen und anderseits über den Apennin und bis zu den Pyreneen verfolgen.

Da die Schweizer Alpen in der Mitte liegen zwischen den Pyreneen und den Karpathen, dürfen wir wohl annehmen, dass die Verbreitung dieser Pflanzen von unsern Alpen ausgegangen sei; dass sie in diesem höchsten Gebirgsland Europas entstanden und sie sich von da nach Osten bis in die Karpathen, im Süden über den Apennin und im Westen über die französischen Alpen bis zu den Pyreneen verbreitet haben. Da der grosse Walliser Gletscher durch das Rhonenthal bis in die Gegend von Lyon und Valence vordrang, zeigt er uns den Weg, den diese Alpenpflanzen genommen haben. Er brachte eine ungeheure Masse von Gesteinen aus den Alpen in diese Gegenden und mit denselben werden auch Pflanzen ins Tiefland gekommen sein. Der grosse Walliser Gletscherstrom theilte sich am Genfersee in zwei Arme, von denen der Eine das Rhonethal hinabging, der Andere aber längs des Jura verlief und diesen mit Alpengesteinen überschüttete. Nehmen wir die Walliser Berge als einen der Bildungsherde der alpinen endemischen Flora an, wird sie diesem Strome folgend theils nach Frankreich, theils nach dem Jura gelangt sein, dessen alpine Flora grossentheils mit derjenigen des Wallis und der Dauphiné übereinstimmt, weil sie ihr aus derselben Quelle zukam.*) Da die Gletscher der zweiten Eiszeit die grösste Ausdehnung hatten, wird auf diese Zeit die grösste Ausbreitung der alpinen Flora fallen und zu dieser Zeit wird sie schon die Beimischung arctischer Pflanzen erhalten haben, welche nun mit den endemisch-alpinen sich nach allen Richtungen ausbreiteten.

Wie die arctischen Pflanzen keineswegs in einem eng begrenzten Gebiet entstanden sind, so werden auch die endemischen alpinen Arten in sehr verschiedenen Theilen der Alpen

---

*) Einige Pflanzen der Mittelmeer-Flora, die wir im Jura finden, sind sehr wahrscheinlich erst später von Süden her eingewandert, wie die mediterraneischen Pflanzen des Wallis.

ihr Gepräge erhalten haben. In erster Linie werden wir dafür die Umgebungen des Monte Rosa in Anspruch zu nehmen haben, da sie durch grossen Pflanzenreichthum sich auszeichnen und die Arten hier am höchsten hinaufsteigen, für die nivale hochalpine Flora sich hier daher die günstigsten Bedingungen finden; andere aber, die wir jetzt nur in den Ostalpen antreffen, werden da sich gebildet haben und wieder andere in den äussern Kalkalpen.

Wollen wir uns aber eine Vorstellung machen, wie diese Alpenpflanzen entstanden seien, müssen wir gestehen, dass wir da vor einem grossen, noch ungelösten Räthsel stehen. Das Dunkel, welches noch die Entstehung unserer Alpenflora, wie aber auch der arctischen Flora umgibt, wird sich erst aufhellen, wenn es gelingen wird, den Zusammenhang derselben mit der Pflanzenwelt der vorangegangenen Zeiten nachzuweisen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass wir schon zur Zeit der alten Steinkohlenbildung Festland in der Richtung unserer Alpen gehabt haben, denn nur auf einem solchen kann sich die Carbon-Flora angesiedelt haben, die wir aus der Dauphiné, Savoyen, Wallis, vom Tödi, aus Tyrol, Steiermark und Kärnthen kennen. Freilich haben wir aus den spätern Perioden, der Trias, Jura und Kreide, nur sehr spärliche Kunde von Festlandpflanzen aus den Alpen und aus dem Tertiärland fehlen sie völlig. Es kann sich daher die Annahme, dass dennoch während dieser langen Zeit ein Streifen von Festland in der Richtung unserer Centralalpen bestand, nur auf die Thatsache stützen, dass hier das krystallinische Gebirge von keinen marinen Ablagerungen bedeckt ist und zur miocenen Zeit das Meer nirgends in das Gebiet der Alpen eingedrungen ist. Die Nagelfluh- und Sandsteinmassen, welche wir längs des Nordrandes der Alpen treffen, haben ihr Material zum Theil wenigstens aus dem Gebiet der Alpen erhalten und werden theilweise als Deltabildungen alpiner Flüsse betrachtet. Immerhin haben wir nicht zu vergessen, dass noch zur eocenen Zeit die Diablerets am Meeresgrund lagen und auch in der östlichen Schweiz marine Flyschablagerungen um 8000 Fuss ü. M. sich finden.

Es sind alle Geologen damit einverstanden, dass die Alpen erst zu Ende der pliocenen Zeit ihre jetzige Gestalt und Höhe erhalten haben. Wenn auch zur miocenen Zeit Festland in der Richtung unserer Alpen bestand, muss es doch nach Umfang und Höhe von der Configuration unserer jetzigen Gebirgswelt sehr verschieden gewesen sein, ohne dass wir im Stande sind, uns eine deutliche Vorstellung von demselben zu bilden. Für den Beginn der quartären Periode haben wir dagegen die topographische Grundlage und somit eine der Grundbedingungen für unsere Alpenflora erhalten. Da in dieser Zeit die Pflanzen- und Thierwelt Europas ihr jetziges Gepräge erhielt, dürfen wir annehmen, dass damals mit den Alpenpflanzen eine Umwandlung und Anpassung an die neuen, durch die Hebung der Alpen verursachten Verhältnisse stattgefunden habe. Dass die Mutterpflanzen, aus denen sie hervorgegangen, in einem miocenen Gebirgslande gelebt haben, ist wohl wahrscheinlich, doch fehlen uns zur Zeit noch für die alpine Flora alle Anknüpfungspunkte an die tertiäre Flora, die wir aus dem Tieflande der Schweiz und Oberitaliens kennen.

Während manche dieser miocenen Arten in naher Beziehung stehen zu den Bäumen und Sträuchern, die jetzt das Tiefland der Schweiz einnehmen und mit denselben in genetischen Zusammenhang gebracht werden können, fehlen uns für die Alpenflora alle Bindeglieder. Es sind nicht nur alle Arten, sondern auch die meisten Gattungen von denen der Alpenflora verschieden.

Es kann sich aber fragen, ob die endemischen Alpenpflanzen nicht von den Ebenenpflanzen hergeleitet werden können, die durch Anpassung an das Alpenklima umgewandelt wurden. Wir haben früher gesehen, dass eine Zahl von Ebenenpflanzen in die nivale Region hinaufsteigt und dass dieselben eine etwelche Umwandlung erlitten haben, was zugleich zeigt, dass die Einwanderung schon vor sehr langer Zeit stattgefunden hat. Wir können diesen 20 Ebenenpflanzen der nivalen Region noch einige Arten beifügen, die von jetzt im Tiefland lebenden Arten hergeleitet werden können, so *Armeria alpina*, *Eriophorum Scheuchzeri*, *Adenostyles leucophylla*, *Potentilla alpestris;* bei der grossen Mehrzahl der Nival-Pflanzen kann aber kein solcher Zusammenhang mit Ebenenpflanzen nachgewiesen werden.

Auch von den arctischen Arten sind die meisten endemischen alpinen ganz verschieden. Nur wenige können als eine weitere Entfaltung von solchen betrachtet werden; so allenfalls die *Saxifraga retusa*, die aus der *S. oppositifolia* und die *S. Kochii*, die aus der *S. biflora* hergeleitet werden kann. Die so merkwürdigen, überaus niedlichen Primulaceen der Hochalpen, die Soldanellen, Aretien, Androsacen und Primeln, die eigenthümlichen Schafgarben und Steinbrecharten, die Baldriane und Phyteuma und Campanulen und zahlreichen Gentianen stehen ausser allem Zusammenhang mit der arctischen Flora, wie mit der Flora des Tieflandes und da wir sie nicht aus dem Auslande, wo zur Tertiärzeit nirgends eine hohe Alpenwelt bestand, herleiten können, werden wir anzunehmen haben, dass sie in dem Gebirgslande der Schweiz entstanden sei und dürfen wenigstens als Vermuthung aussprechen, dass die Flora, welche in frühern Weltaltern das Gebirgsland der Centralschweiz bewohnt hat, die Grundlage für unsere endemische Alpenflora bildet, die zu Anfang der quartären Periode ihr jetziges Gepräge erhielt. Dass sie während der Gletscherzeit unser Land bewohnte, bezeugen die in Gletscherablagerungen gefundenen Pflanzenreste und die Thatsache, dass über 300 Pflanzenarten noch jetzt die nivale Region bewohnen, sagt uns, dass auch zur Zeit der grössten Ausdehnung der Gletscher die nivale Flora überall, wo von Eis und Schnee entblösste Stellen sich fanden, leben konnten. Und dass viele solcher Stellen vorhanden waren, beweist das ungeheure Blockmaterial, das durch die Gletscher ins Tiefland transportirt wurde, da dieses nur von eisfreien Stellen herrühren kann. Die Annahme, dass die Alpenpflanzen erst nach der Gletscherzeit entstanden seien, ist daher eine irrige. Noch irriger ist freilich die Hypothese von Hrn. J. Ball, der die Alpenflora aus der Steinkohlenperiode herleitet. Er nimmt für dieselbe sehr hohe Gebirge an, und lässt auf diesen Hochgebirgen der Kohlenzeit die Alpenflora entstehen und meint, dass manche Species aus dieser Periode bis in die jetzige Zeit sich

erhalten haben. Wenn schon die Annahme eines Hochalpenlandes zur Carbonzeit höchst gewagt ist, da nirgends ein solches sich nachweisen lässt, widerspricht die Hypothese, dass jetzt lebende Arten schon zur Zeit der Steinkohle existirt haben, allen Ergebnissen der Palaeontologie. Diese beweisen, dass keine einzige Pflanzenart dieser Periode in die jetzige Schöpfung übergegangen ist und dass seit der Zeit ein vielfacher Wechsel der Formen stattgefunden hat.

9. Beziehung der nivalen Flora zur Insectenwelt.

Die untern Regionen unserer Gebirge sind von einer reichen Insectenwelt belebt, welche durch die Schmetterlinge, die Bienen und Hummeln einen grossen Einfluss auf die Befruchtung der Pflanzen ausüben. Nach den Gebirgshöhen zu nimmt aber die Zahl der Insecten- wie überhaupt der Thier-Arten viel rascher ab, als bei den Pflanzen, und die Schneeregion beherbergt nur eine sehr geringe Zahl derselben. In Bünden habe ich, abgesehen von den nur zufällig durch den Wind in die Höhe getriebenen Thieren, über 9000 Fuss ü. M. keine Insecten mehr gesehen, und von 8500 bis 9000 Fuss noch 13 Käferarten, 3 Schmetterlinge, eine Holzlaus und eine Schlupfwespe. Die Käfer leben nicht auf Blumen, sondern sämmtlich unter Steinen und gehören grossentheils zu den flügellosen Laufkäfern (Nebria, Irechus). Höher steigen die Insecten im Wallis, und Hr. Prof. Frey führt in seinem Werke über die Schmetterlinge der Schweiz (S. XVI) »von den höchsten Grenzplätzen des Lebens, in ungefährer Höhe von 8500 Fuss« noch 10 Schmetterlingsarten auf, nämlich:

Pieris Callidice Esp. (Piz Corvatsch, am Gornergrat), *Argynnis Pales Schiff.*, *Erebia Gorge Esp.*, *Arctia cervina Fall.* (Gornergrat, etwa 400 Fuss unter der Höhe), *Agrotis culminicola Stgr.* (am Gornergrat bei 9000 Fuss), *Dasydia tenebraria Esp.* (Gornergrat und Piz Languard 10,053 Fuss), *Psodos alticolaria Mann* (Stelvio), *Scoparia Valesialis Dup.* (am Gornergrat), *Dichrorampha Harpeana Frey* (am Gornergrat), *Butalis glacialis Frey* (am Gornergrat).

Die umfangreichsten Beobachtungen über das Verhältniss der Insecten zu den Alpenpflanzen verdanken wir Hrn. Dr. Hermann Müller*), doch berühren dieselben die Nival-Region nur in sehr geringem Grade. Dabei haben wir zu berücksichtigen, dass nur diejenigen Insecten, welche von Blume zu Blume fliegen, den Blumenstaub auf andere Pflanzen vertragen, nicht aber die Arten, welche nur einzelne Blumen besuchen und auf diesen verweilen. Die meisten die Blumen besuchenden Käfer- und Fliegen-Arten gehören zu dieser Classe und können wohl die Selbstbefruchtung befördern, ohne aber an der Weiter-

*) Dr. H. Müller, Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insecten und ihre Anpassungen an dieselben. Leipzig, 1881.

verbreitung des Pollens sich zu betheiligen. Auch von den Schmetterlingen sind es weniger die Tagschmetterlinge, als die Schwärmer und Nocturnen, kurz die dickleibigen Arten, denen der Nektar Einer Blume nicht genügen kann, welche mit den Hummeln und Bienen-Arten durch Vertragung des Blumenstaubes an der Befruchtung der Pflanzen sich betheiligen.

Die Hummeln und Bienen bleiben unter 8000 Fuss ü. M. zurück und die Lepidopteren werden schon zwischen 8000 und 9000 Fuss ü. M. so selten, dass sie daselbst kaum einen wesentlichen Einfluss auf die Befruchtung der Blumen ausüben können; über 9000 Fuss, wo wir doch noch 152 Blüthenpflanzen-Arten nachgewiesen haben, fehlen die ansässigen Schmetterlinge fast überall. Die Befruchtung der Pflanzen findet daher in Höhen über 9000 Fuss ü. M. ohne Zuthun der Insecten statt und auch in der Höhenzone von 8000 bis 9000 Fuss kann der Einfluss derselben kein erheblicher sein.

Man kann dabei freilich die Frage aufwerfen, ob in diesen Höhen überhaupt eine Befruchtung stattfinde und es muss zugegeben werden, dass wir die Nival-Pflanzen in den angegebenen Standpunkten wohl in Blüthe, aber nur die kleinere Zahl derselben (ich nenne die *Androsace glacialis* und *Draba*) auch in Früchten gesehen haben, weil wir eben nur im Sommer diese Höhen besuchen konnten. Die Verbreitung dieser Pflanzen nach oben setzt indessen ihre Samenbildung voraus. Nach unten können die Gebirgspflanzen leicht durch Wasser und Bergstürze gelangen, nach oben aber nur durch den Wind und als Samen. Wir haben früher erwähnt, dass 1835 nur die *Androsace glacialis* auf der obersten Spitze des Piz Linard sich vorfand, während 20 Jahre später auch der *Gletscherranunkel* und das *Chrysanthemum alpinum* sich dort angesiedelt hatten, von welchen 1835 die letzten Pflanzen 200 und 300 Fuss tiefer unten standen. Sie können nur durch Samen auf den Gipfel gelangt sein.

Dann haben wir zu berücksichtigen, dass die Nival-Region noch 13 einjährige Pflanzenarten beherbergt, die alle Jahre ihre Früchte reifen müssen, um in diesen Höhen bestehen zu können.

Nachwort.

Mit diesen letzten Zeilen endet das Manuscript des Verfassers. Da die verschiedenen Bestandtheile der nivalen Flora der Schweiz und ihre Beziehungen zu den analogen Floren anderer Gegenden der Erde erschöpfend abgehandelt sind, fehlt der Arbeit, um vollständig zu sein, nur der letzte zusammenfassende Schlussabschnitt. Wirklich äusserte sich unser Freund, kurz vor seiner letzten Erkrankung, zur Beendigung derselben nur acht Tage nöthig zu haben. Eine letzte Revision hätte vielleicht einige kleine Aenderungen zur Folge gehabt, aber dem wahren Inhalte der Untersuchung nichts Wesentliches hinzugefügt.

Prof. Heer war in der That gewohnt, nach einem überdachten festen Plane zu arbeiten und besass die Gabe, seinen Gedanken sogleich den richtigen Ausdruck zu geben. Dies gestattete uns denn, den Text, wie er ist, ohne irgend eine Veränderung von unserer Seite, zu publiciren.

Dasselbe gilt von den umfangreichen Verzeichnissen über die nivalen Floren der verschiedenen Gebirge der Schweiz und anderer Gegenden der Erde, welche die wahre Grundlage der Abhandlung bilden. Wir geben auch diese möglichst treu wieder, obgleich hier, wegen der zahlreichen Einschaltungen und Correcturen, eine Revision durch die Hand des Verfassers und eine nochmalige Abzählung der Arten, höchst wünschbar gewesen wäre.

Wir glauben den Lesern der Abhandlung einen wesentlichen Dienst zu leisten, indem wir, als Ersatz für den fehlenden Endabschnitt, die Schlusssätze wörtlich aufnehmen, mit denen der Verfasser die in der allgemeinen Versammlung der Naturforscher in Zürich vorgelesene Uebersicht seiner Untersuchungen abschliesst. Es sind die folgenden:

1) Wir kennen gegenwärtig in der Schweiz 337 Arten Blüthenpflanzen, welche von 8000 bis 13,000 Par. Fuss ü. M. beobachtet wurden; 12 dieser Arten sind noch über 12,000 Fuss gefunden worden.

2) Alle diese Arten finden sich im untersten Stockwerk der nivalen Region, 8000 bis 8500 Fuss ü. M. Ueber 8500 Fuss haben wir keine Art mehr, die dieser Höhe eigenthümlich ist.

3) $^1/_{10}$ der Arten der nivalen Region besteht aus Arten der Ebenen-Flora, $^9/_{10}$ aus Gebirgspflanzen; von diesen gehört die Mehrzahl der alpinen Region an, etwa $^1/_4$ der Arten hat aber über 8000 Fuss ü. M. ihre grösste Verbreitung. Sie bilden die nivalen Pflanzen im engern Sinn. Während die Ebenenpflanzen, wie die Pflanzen der montanen und subalpinen Region, bei 9500 Fuss verschwunden sind, sind die nivalen mit wenigen alpinen Arten die letzten Kinder der Flora.

4) Die Gebirgsmasse des Monte Rosa enthält die reichste nivale Flora; diese steigt hier höher hinauf als in den raetischen Alpen und hier höher als in den Glarner Alpen.

5) Die Mehrzahl der Arten ist durch das ganze Alpengebiet verbreitet; nur ein kleiner Theil findet sich ausschliesslich im Osten, vom Orteler bis zum Gotthard, oder im Westen vom Gotthard bis nach Savoyen.

6) Gegen die Hälfte der Pflanzen der nivalen Region stammt aus der arctischen Zone und ist sehr wahrscheinlich zur Gletscherzeit über Skandinavien in unsere Gegenden gekommen, da das arctische Europa die grösste Zahl (140) von Arten besitzt, welche unsere nivale Flora mit der arctischen Zone gemeinsam hat.

7) Diese arctische Flora ist wahrscheinlich auf den Gebirgen der arctischen Zone entstanden und stand zur miocenen Zeit zur Flora des arctischen Tieflandes in demselben Verhältniss, wie die jetzige alpine Flora zu der Flora der ebenen Schweiz.

8) Die miocene arctische Flora rückte schon zur Tertiärzeit nach Europa vor und die europäische Tertiärflora erhielt von derselben die Typen, welche jetzt die gemässigte

Zone characterisiren, namentlich die Nadelhölzer und Laubbäume mit fallendem Laub. Sie nahmen mit der Zeit immer mehr über die tropischen und subtropischen Formen überhand, welche die Ureinwohner dieser Gegenden bildeten, und wurden zu den Mutterpflanzen eines Theiles der jetzigen Flora des Tieflandes.

9) Zur Gletscherzeit stiegen die Gebirgspflanzen der arctischen Zone ins Tiefland hinab und verbreiteten sich mit den Gletschern nach Süden. Wie zur Tertiärzeit die Bäume und Sträucher mit fallendem Laub nach Süden wanderten, so zur Gletscherzeit die Gebirgspflanzen; und dass diese Wanderung strahlenförmig von Norden ausging, beweist die Thatsache, dass nicht allein in der Schneeregion unserer Alpen fast die Hälfte der Pflanzenarten aus arctischen Arten besteht, sondern auch die amerikanischen Gebirge, wie anderseits der Altai und selbst der Himalaya, eine ganze Zahl solcher arctischen Arten besitzen und mit den Schweizer-Alpen gemein haben. Wir wissen, dass schon zur Tertiärzeit und ebenso auch zur Zeit der obern Kreide eine Zahl von Pflanzen von Grönland aus bis nach Nebraska in Nordamerika, wie anderseits bis nach Böhmen und Mähren und bis nach Südeuropa verfolgt werden können. Also zur Zeit der Kreidebildung, im Tertiär und in der jetzigen Schöpfung begegnet uns dieselbe Erscheinung, dass Europa mit Amerika eine Zahl von Arten gemeinsam hat, die damals auch in der arctischen Zone zu Hause waren und daher sehr wahrscheinlich von da, als ihrer ursprünglichen Heimath, ausgegangen sind. Es hat sich also derselbe Process in verschiedenen Weltaltern wiederholt; es hat die Pflanzenwelt des hohen Nordens zu allen Zeiten einen grossen Einfluss auf die Bildung der Pflanzendecke Europas ausgeübt.

10) Die endemische Flora der nivalen Region entstand in unsern Alpen; einen Hauptbildungsherd derselben scheint die Monte-Rosa-Kette gebildet zu haben, in welcher wahrscheinlich auch während der Gletscherzeit ausgedehnte Gebirgsmassen von Eis und Firn befreit waren.

11) Diese Flora erhielt zu Anfang der quartären Zeit ihr jetziges Gepräge und verbreitete sich auf den Moränen der Gletscher ins Tiefland und in die Gebirgsgegenden der Nachbarländer.

12) Ihre Mutterflora hatte wahrscheinlich in dem tertiären Gebirgslande der Schweiz ihren Sitz.

Die Denkschriften-Commission.

Verzeichniss I.

Nivale Flora der Raetischen Alpen.

E Ebenenpflanzen. — *m* Montane. — *Sa* Südalpine. — *a* Alpine, die nicht unter 5500 P. F. gefunden werden. — *A* Alpine, die auch in der südalpinen Region sind. — *n* Nivale, die nicht unter 5000 F. sich finden — *N* Nivale, die auch unter 5000 F. vorkommen.

Gebirgsart: *u* krystallinisches Gestein. — *k* Kalk.

Namensabkürzungen: Br. = Brügger; Kill. = Killias; Kr. = Krättli; Cav. = Caviezl.

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
	Cupressineae.						
A	Juniperus nana Willd.	u	Am Bernina 8070 Kamm zw. Misox u. Calanca 8324 F. Am Piz Languard	Am P. Hot 8600 Br.	—	—	—
	Gramineae.						
A	Agrostis rupestris All.	u	Forcellina. Avers Flessalp 8100 Br. Scaletta 8062 Lenzeralp Alveneueralpen 8300—8500 Bernina 8070 Fimberpass Br. Beverseralp 8300 Am P. Linard 8400	Duanapass Avers 8589 Br.	Am P. Languard 9500 Br.	—	—
a	— alpina Scop.		Eroserfurka. Lenzeralp. Br. Parpaner Rothhorn bei 8000 Br. Am Padella Alveneueralpen 8300—8500 Br.	Lavirums Br.	—	—	—
a	Avena distichophylla Vill.	u	P. Toissa 8194 Br. Fimberpass 8019 P. Padella Ducanpass Br. Furcahorn 8400 Br. Weisshorn Br. Lenzeralp	Lavirums Br.	—	—	—
A	— versicolor Vill.	u	Scaradra 84—8500 Weisshorn b. 8000 Br. Valettapass 8144 Forcellina Br. Kummerhubel 130 Bernina bei 8070 u. 8200 P. Padella Br. Flessalp am Languard Scaletta 8062	Am Bernina Umbrail 8914 Cima di Sponda lunga 8767 Lavirums 8620 Br. Am P. Hot 8600 Br.	—	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Avena subspicata L. sp. (Lavirums 6800) (= Trisetum subspicatum P. B.)	u k	Surcarungapass 8128 Br. Beverserthal 8309 Flimserstein 8000 (Bernoulli) Eroserpass Kupfenfluh. Schwarzhorn Br. Ardenpass Am P. Linard Fimberpass 8819 Br. Bernina	Mt. Uccello 8594 P. Hot 8600 Am P. Padella zw. 8500 und 9000 Br. P. Pombio 9000 Br. P. Lunghino 8558 Br.	P. Beverin Br. Minschun 9454 Am P. Languard bis 9500 Cav.	Am P. Hot bei 10000 Kr.	—
E	Aira caespitosa L. var. alpina		Forcellinerpass Am P. Languard Am Beverin Br. Stallaberg Br.	—	—	—	—
A	Poa alpina L.	k u	P. Toissa 8194 Br. Valetta 8144 Br. Weisshorn Scaletta 8062 Beverserthal 8400 Bernina b. 8070	Am Rothhorn 8927 Br. Am Umbrail Cima di Sponda lunga 8767—8800 Lavirums Br.	Beverserberg 9266 Am Minschun bei 9080 u. auf der Höhe 9454	—	—
	var. vivipara		Scaletta Flessalp 8100	Sass Corriglia 8823 Br. Am Rothhorn Br.	—	—	—
	var. frigida Gaud.		Lavirumserpass 8300	Am Umbrail 8914	—	—	—
E	— caesia Sm. var. aspera Gaud.		x	Am P. Padella 8619 Br.			
N	— laxa Hke.	k u	P. Laiblau 8490 Br. Scaradra 8400 bis 8500 Kamm zw. Misox und Calanca 8324 Forcellinapass Br. Valetta Alveneueralp Lenzeralp Beverseralp 8300 und 8456 Scaletta 8062 Flessalp 8100 F. d. Commarina 8000 bis 8110 Br.	Rothhorn 8927 Br. Scaradrapass 8600 Canalpass 8792 Duanapass 8589 Br. Lavirumserpass 5700 Sass Corriglia 8813 Samnaunpass 8800 W. ob Wormserjoch 8600 C. di Sponda lunga 8767 P. Lunghino 8558 Br.	Piz centrale Beverserberg 9266 Am Bernina 9041 Am Braulio 9100 C. di Sponda lunga 9074 Ciantun 9497 P. Pombio 9150 Br.	Lavirumserberg 9554 Am P. Linard bis 9400 u. 9600 P. Hot 9800 Br.	P. Linard bei 10200 P. Languard 10053 Br. P. Hot 10001 Br.
	var. flavescens Gaud.		Am P. Linard 8300	—	—	—	—
a	— cenisia All.	u	Bernina Br.	—	—	—	—
a	— minor Gaud.		Thäli Luerle Avers Fimberjoch 8019 P. Padella Br. Ducanpass Br. Am Lischanagletscher P. Musch Erosafurka Br. Kill. Alveneueralp	Mt. Uccello 8594 Lavirums Br.	P. Beverins Br.	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10001 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
E	Poa annua L. varia	k	Weisshorn 8173 Br. Am Languard	—	—	—	—
m	Sesleria coerulea L.	k	Unter d. Lavirumserpass 8300 P. Hof 8000 Br. Am P. Padella bei 8000	Samnaunerpass 8860 Br.	—	—	—
N	— disticha Pers. (ob Bevers 5600)	k u	Surcarungapass Br. Zw. Misox und Calanca 8324 Forcellinapass Br. Valetta 8150 Alveneueralp P. Musch Schwarzhorn Scaletta 8060 Flessalp 8100 Beverseralp 8300 Am P. Linard 8400 Am Bernina 8070 und 8198 F. d. Commerina 8000 bis 8110 Br.	Duana Avers 8509 Br. Scaradra 8600 Rothhorn 8927 Br. Beverseralp 8600 Sass Corriglia 8812 Br. Lavirumserpass 8700 Ob. Wormserjoch 8600 bis 8914 C. di Sponda lunga 8767	Am Umbrail C. di Sponda lunga 9074 P. Cotschen 9324 Kill. P. Languard bis 9500 Cav.	Lavirumserberg 9554	P. Languard 10053 Br.
N	Festuca pumila All. (b. Bevers var. elongata)	u k	Zw. Misox und Calanca 8324 Furkahorn 8400 Beverserthal 8400 Fimberpass Br. Am Lavirumserpass bei 8300	Mt. Uccello 8594 Sass Corriglia 8812 Br. Beverserthal 8600 C. di Sponda lunga 8767 P. Lunghino 8558 Br.	Minschun 9454 Am Umbrail 9100	—	
a	— pilosa Hall fil. (F. raetica Sut.)	k	x	x	x	P. Lischanna 9544 Kill.	—
E	— ovina L. var. alpina Gaud.	u k	Scaradra 8400 bis 8500 S. Michel 8004 Br. Eroserfurka Br. Furkahorn 8400 Weisshorn 8173	Scaradra 8600 P. Hot 8600 Br. Bernina 9000 Lavirumserpass 8700 Am Umbrail 8600 und 8914 C. di Sponda lunga 8767	Ciantun 9497	—	—
	var. violacea Gaud.	u k	Bernina 8070 Fimberpass und Rothhorn 8000 Br.	Am Umbrail bis 8600	A. Umbrail 9100 C. di Sponda lunga 9074	—	—
a	— Halleri Vill.		Forcellinapass Br. Bernina Murettopass Br. P. Pombio Br. F. di Commarina Calanda 8250	Rothhorn 8930 Br. Lavirums 8770 Br. Lunghino 8558 Br. Am Combio b. 9000 Br.	P. Cotschen 9325 Kill.		—
E	— rubra L. var. alpina Willk.	k	Am P. Padella Br.	—	—	—	
E	— heterophylla Lam.		?				

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Phleum alpinum L. var. nigrescens Lam. var. commutatum Gaud.	u	Am Bernina 8070 Bernina Fimberpass Alveneueralpen Languard	— Lavirums Br.	—	—	—
a	Koeleria hirsuta Gaud.	u	Bernina Br.	—	—	—	—
E	Nardus stricta L.	u	Bernina 8070 Am P. Padella Br.	—		—	—
E	Anthoxanthum odoratum L.	u	Scaradra 8400 bis 8500	—	-	—	—
	Cyperaceae.						
a	Elyna spicata Schr. (Val. Camogask 5600)	u	Lenzeralp Br Weisshorn Arosa Br. Alveneueralpen Br. Kamm zw. Misox und Calanka 8324 Grimselpass Avers Br. Beverserberg 8309 und 8656	P. Padella Br. Kamm zw. Bevers und Albulathal 8600 Samnaunpass 8860 Br. Lavirumserpass 8700	Am P. Languard bis 9500 Cav.	—	—
A	Kobresia caricina Willd.	u	Fimberpass 8020 Bernina	—	—	—	—
Sa	Carex mucronata All.	k	Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br.	—	—	-	-
a	— lagopina Wahlg.	a	Scaletta Alveneuerpass Lenzeralp Bernina P. Padella Flessalp	Suredenpass 8527	—	—	
a	— Persoonii Sieb.	a	Bernina Br.	—	—	—	—
a	— rupestris All.	u	Am Lavirumserberg P. Toissa 8194 Br. Flimserstein 8000 Bern. Alp da Surlei gegen Piz Castellatsch Ducanpass	Piz Hot bis 9000 Kr. Sass Corviglia 8813 Br.	—	—	-
a	— nigra All.		Weisshorn Alveneueralpen 8300 Val Rosegg 8100 Surcarungapass Forcellinapass Thäli Luerle	Piz Padella 8800 Val Saluver Br.		-	—
E	— ericetorum Pall. var. membranacea Hoppe	u	Camogaskerthal Stallaberg	Lavirums Br.		—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
A	Carex atrata L.	u	Laretalp 8000 Surcarungapass Beverseralp 8400 Fimberpass Br. Alveneueralpen 8300 P. Musch Avers Schwarzhorn	Zw. Bevers und Albulathal 8600 Stelvio Am Beverin	P. Minschun 9454	—	—
N	— curvula All. (Rheinwald 6000)	u	P. Laiblau 5400 Br. Zw. Misox und Calanca 8324 Thäli Luerle Alveneueralpen Br. Schneehorn Br. Valettapass 8050–8144 Forcellinapass Br. Beverseralp 8300-8456 P. Padella Scaletta Seisseralp 8100 Am P. Pombio 8500 Commarina Am Piz Linard 8400	Suredenapass 8527 Am Piz Beverin Duanapass Br. Zw. Bevers und Albula 8600 Lavirumserpass 8700 Am Umbrail 8914 C. di Sponda lunga 8767	Lavirumserberg P. Cotschen Kill. P. Hot 9500 Br.	Lavirumserberg Spitze 9554	P. Languard Br.
a	— foetida All.		Forcellinapass Br. Thäli Luerle Schams 8158 Br.	—	—		—
A	— firma Host.	k	Eroserfurka Br. Weisshorn Arosa Br. Scaletta 8062 Am Stallaberg Br. St. Michel 8004 Kr. P. Hot 8000 Br. Am P. Padella 8000	Lavirums Br.		-	—
Sa	— frigida All.	u	Valetta 8050 Auf der Höhe 8144 Fimberpass Br.	Samnaunpass Br.	—	—	—
A	— sempervirens Vill.		Forcellinapass Jupperhorn P. Pombio 8000 Weisshorn 8000 Br. P. Padella Ducanpass Br.	Lavirums Br.	P. Cotschen 9325 Kil.		—
a	— ustulata Wahlb.		Fimberpass Br.	—	—	—	—
E	— panicea L. var.		Fimberpass 8020 Br.	—	—	—	—
A	Eriophorum Scheuchzeri Hoppe	u	Am Stallaberg 8050 Bernina Scaletta 8060 Br. Am P. Beverin	—	—	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
	Juncaceae.						
N	Luzula spicata D C. (Gotthard 6500)	u	Avers Surcarungapass Br. Alveneueralpen Br. Am P. Linard 8400 Beverseralp 8300 Vigera Fimberpass Br. F. d. Commarina Br. P. Pombio b. 8500 Br.	P. Beverin Parpaner Rothhorn 8927 Br. Sureden 8577 P. Languard Br. Bernina 9000 P. Hot 9000 Br. Am Umbrail 8914 Lavirums 8620 Br.	x	Am P. Languard 9600	—
N	— spadicea All. sp. (Bernina 6500 Beverserthal 6900 Scaradra 6200)	k	Zw. Misox und Calanca 8324 Kummerhubel Surcarungapass Avers Br. Beverserthal 8300 Lavirums 8300 Valetta 8144 Forcellinapass Br. Bernina 8070 Flessalp Scaletta F. d. Commarina Br. 8000—8110	Am Piz Beverin Br. Suredenpass 8527 Lavirums 8620 Am Umbrail	P. Centrale bis 9100 C. d. Sponda lunga 9074 Am Branlio bis 9100 P. Cotschen 9325 Kill.	Lavirums 9554	—
m	— multiflora Ehrh. sp. var. nigrescens Desv.	u	Eroserfurka 8158 Br. Surcarungapass 8128 Br.	—	—	—	—
a	— lutea All. sp.	u	Avers. P. Musch Eroserfurka Br. Surcarunga Alveneueralpen Br. Am P. Linard 8400 Lavirums 8312 Br. Commarina Flessalp 8000 Fimberpass Br.	Lavirumserpass 8700 Cima di Sponda lunga 8767	—	—	—
a	Juncus Jacquini L.	u	Weisshorn P. Musch Surcarungapass Alveneueralpen Br. A. P. Beverin 8000 Br. Forcellinapass P. Padella Br. Scaletta A. Combrenab. 8500 Cav.	Kamm zw. Beverser u. Albulathal 8600 Duanapass Avers 8589 Br.	—	—	—
a	— trifidus L.	u	Alp Scaradra Commarina P. Padella 8400–8500 P. Pombio 8000 Lenzeralp Br. Alveneueralpen Br. Weisshorn Br.	—	—		—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Juncus triglumis L.	u	Bernina Br. Am P. Beverin Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Lenzeralp	—	—	—	—
a	— arcticus Willd.		Fimberpass 8020 Br.	—	—	—	—
	Liliaceae.						
Sa	Gagea Liotardi Schult.	k	Weisshorn Arosa 8173 Br.	—	—	—	—
a	Lloydia serotina L. sp.	u	Am P. Languard Br. Stätzerhorn Br. Forcellina Avers 8234 Br. Am P. Cavradi Br.	Suredenpass 8527	—	—	—
Sa	Lilium Martagon L.		Bernina bis 8500 Cav.	—	—	—	—
	Colchicaceae.						
a	Tofieldia borealis Wahlg.	u	Am Bernina bei 8000	—	—	—	—
E	— calycina var. glacialis Gaud.	u	Bernina Br.	—		—	—
	Orchideae.						
a	Chamaeorchis alpina L. sp.	u	Stallaberg bis 8050 Parpaner Rothhorn 8000 Weisshorn 8173 Br.	—	—	—	—
	Salicineae.						
N	Salix herbacea L. (Moräne v. Rosetsch 6200) (St. Anna Urserenthal 6000) (Canalalp 6000) (Scaradra 6200)	u	Zw. Misox und Calanka 8324 Schwarzhorn 8200 Br. P. Musch Schyahorn 8400 Valettapass 8144 Avers Beverseralp 8300 Süssalp 8100 Scaletta 8062 Murettopass 8050 Ostseite von P. Lavirums 8300 Bernina 8070	M. Uccello 8594 Scaradra 8527 Br. Sass Corriglia 8813 Br. Am Umbrail 8314 bis 8600 Lavirums 8927 Br. Am P. Combio Br. Am Stelvio 8660	Ostseite d. Lavirums 9200	—	—
a	— retusa L.	u	Alveneueralpen Br. Weisshorn P. Musch Beverserberg 8300 P. Padella Süssalp 8100 Scaletta Br. Avers	C. di Sponda lunga 8767	—	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Salix retusa var. serpyllifolia Scop.	u	Serlasalp. Avers P. Padella P. Cavradi 8068 Br. Weisshorn Br. Eroserfurka Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Schyahorn 8400 Br.	Lavirumsergrat 8700 P. Hot 8600 Br. P. Lat 8621 Kill. P. Lunghino 8558 Br. Am P. Languard bis 9000 Br.	—	—	—
A	— Lapponum L.	u	Bernina Br.	—	—	—	—
A	— arbuscula L.	u	Bernina Lavirums bei 8000 Br.	Lavirums Br.	—	—	—
a	— reticulata L.	u	Ostseite d. Lavirumserpasses 8300 Am P. Padella Br. Beverserthal 8400 Alveneueralpen 8300 bis 8500 Eroserfurka Lenzeralp Br.	Am M. Uccello 8510	—	—	—
	Polygoneae.						
a	Oxyria digyna L. sp.	u	Am Bernina 8170 Am P. Padella Br. Fimberpass Scaletta Urdenpass Br. Lenzeralp Avers. Jupperhorn Br.	Grat zw. Lavirums u. Livino 8700 Samnaunpass 8800 Br. Stelvio 8600 C. di Sponda lunga 8767 Am Combio 8800 Br.	Am Braulio bei 9100	—	—
N	Rumex nivalis Heg.	u k	Am P. Beverin bei 8000 Surcarungap. 8128 Br. Avers. Jupperhorn 8258 Alveneueralpen 8300 bis 8500 Lenzeralp Br. Am Uccello bis 8000 Br.	Parpaner Rothhorn 8930 Br. P. Lat 8621 Kill.	—	—	—
Sa	— alpina L.		Am Forcellinapass Bernina 8000 bis 8120 Br.	—	—	—	—
A	Polygonum viviparum L.	u	Zw. Misox und Calanka 8324 Eroserfurka Valetta 8050 und 8144 Forcellinapass Br. Beverserthal 8309 und 8400 P. Padella Süssalp 8100 Scaletta 8062 P. Linard 8400 Am Bernina 8070 bis 8198	Sureden 8527 Lavirumsergrat 8700 u. 8900 Stelvio 8600 Am Umbrail 8914 C. d. Sponda lunga 8767	P. Costainas bei 9233	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
	Chenopodiaceae.						
E	Blitum bonus Henricus L. sp.		Schafplätze. Weisshorn 8100 Br. Lavirums 8000 Br.	Am Braulio 8717	—	—	—
	Thymeleae.						
A	Daphne striata Tratt.		P. Padella 8000 Br.	Sass Corriglia 8813 Br.	—	—	—
	Santalaceae.						
A	Thesium alpinum L.		Am Languard über 8000 Br.	—	—	—	—
	Dipsaceae.						
E	Scabiosa columbaria L. — lucida Vill.		Am Padella Br. Bernina	—	—	—	—
	Valerianeae.						
A	Valeriana supina L. (Fracta M. Braulio) (Alpisellapass 6600 bis 7000 Br.) (Scanferthal. Müschans)	k	P. S. Michel 8004 Br. Furkahorn 8400 Br. Am M. Braulio Val Muschanns, Albula 8500 Cav.	Am Umbrail bei 8600	—	—	—
	Plantagineae.						
m	Plantago montana Lam.		Urdenpass bei 8000 Br.	—	—	—	—
A	— alpina L.	u	Am Languard bei 8500 Br.				
	Plumbagineae.						
a	Armeria alpina Hoppe. (Canalalp 5800)	u	Scaradraalp 8400 bis 8500 Avers Val di Lei Br.	Suredenpass 8527 Stelvio 8600 P. Timme. Val di Lei im Avers 8640 (Käser) C. di Sponda lunga 8767	—	—	—
	Globularieae.						
m	Globularia cordifolia L.	k	Ducanpass 8225 Br.	—	—	—	—
	Synantherae.						
N	Adenostyles leucophylla Willd. sp.	u	P. della Margna An der Cresta Mora bei 8000 (Jäggi)	Parpaner Rothhorn 8930 B.	Bernina 9041	—	—
a	— hybrida Dec.		Eroserfurka 8150 Br. Jupperhorn Avers 8258 Forcellinapass Br. Bernina	—	—	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10001 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
Sa	Adenostyles alpina L. sp.	u	Flessalp 8100 Laret 8000	—	—	—	—
Sa	Homogyne alpina L. sp.	u	Bernina 8070 Flessalp 8100 Eroserfurka 8158 Br.	Lavirums 8700 Parpaner Rothhorn	—	—	—
A	Aster alpinus L.	u	Surcarungapass 8128 Br. P. Musch 8339 Br. Fimberpass 8020 Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Furkahorn 8400 Br. Weisshorn 8173 Br.	Beverserthal 8600	—	—	—
a	Erigeron uniflorus L.	u	Zw. Misox und Calanka 8324 Surcarunga Alveneueralp Br. Beverserthal 8400 Forcellinapass Stätzerhorn	Rothhorn 8927 Br. Lenzeralp 8545 Mte. Uccello 8594 Sureden 8527 Parpaner Rothhorn Br. P. Padella P. Hot Lavirums 8700 u. 8800 Am Umbrail 8600 und 8914 C. di Sponda lunga 8757 P. Combio 8500 Br.	P. Beverin 9284 Br. Beverserberg 9266 Minschun 9188 C. di Sponda lunga 9074	Am Languard bei 9600 Br.	—
a	— alpinus L. var. uniflorus Br.	k	Am Padella Br. Am P. Beverin Br. Avers bei 8000 Br. Forcellinapass	—	—	—	—
E	Solidago virgaurea L. var. cambrica Huds.		P. Musch 8339 Br. Scaletta 8082 Alveneueralpen 8300 bis 8500 Kummerhubel	Duanapass Avers 8589 Br.	—	—	—
A	Gnaphalium supinum L. (pusillum Hke.)	u	Weisshorn Arosa Br. Forcellina Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Am Stallaberg 8050 bis 8144	Sureden 8527 Am P. Combio 9000 Duanapass 8589 Br.	Lavirumserberg b. 9200	—	—
		k	Scaletta Br. Lunghinopass 8111 Br. Bernina 8070				
Sa	— norvegicum Gunn.	u	Lavirums 8300 Commarina Br. Bernina Tschuffer 8500 Cav. Kummerhubel 8001 Br.	—	—	-	—
	— var. Hoppeanum Koch		P. Toissa Ducanpass 8225 Br. Alveneueralpen Br.	Am Beverin Br.	—	-	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Antennaria carpathica Whlbg. sp.	u	Stätzerhorn P. Toissa Br. Flimserstein Zw. Misox und Calanka 8324 Br. Commarina Avers Alveneueralpen Schyahorn 8373 Weisshorn u. Schwarzhorn 8200 Br. Lunghinopass 8111 Br. Lavirums	Parpaner Rothhorn Lavirums 8800 Br. Beverserthal 8600	—	—	—
E	— dioica L.		P. Toissa 8194 Br. Am Languard 8000 Br.	Stelvio 8600 C. d. Sponda lunga 8767	—	—	-
a	Leontopodium alpinum Cass.	k	Küpfenfluh 8111 Br. Schwarzhorn 8200 Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Avers 8258 Flimserstein 8200 P. Toissa Bernina Lischannagletscher Kill. Lunghinopass	Am P. Padella zw. 8500 bis 9000 Kr.	—	—	—
a	Artemisia mutellina Vill.	u	Flimserstein Remüseralp P. Musch 8339 Br. Surcarungapass 8128 Br. Avers Forcellinapass Br. Am Languard	Sureden 8527 Samnaunpass 8860 Beverserthal 8600 Am P. Padella	P. Beverin 9234 Br.	x	Rothfluh zuoberst am Silvretta 10035 (Müller-Wegmann)
N	— spicata Wulf.	u	Stätzerhorn Flimserstein Alveneueralpen 8300 bis 8500 Avers Schwarzhorn 8280 Br. P. Musch	Rothhorn 8927 Br. Mte. Uccello 8594 P. Lunghino 8558 Br. P. Padella	Am Minschun 9188 P. Beverin Br.	P. Lischanna 9544 Kill.	—
N	Achillea nana L. (Scaradra 6200)	u	Thäli Luerle Br. P. Toissa Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Flimserstein Scaletta 8060 Br. Avers Forcellina Rosetsch 8100 Muretto 8050 Livino 8300 Mte. Uccello 8300 Br.	Parpaner Rothhorn Br. Lavirums 8700 Kr. Sureden 8527 P. Lunghino Br. Beverserthal 8600 Corriglia Br. Am Umbrail 8800 und 8914	P. centrale	P. Hot 9800 Br. Am P. Languard b. 9600 Br.	—
	— var. hybrida Gaud. (moschata-nana)		F. di Commarina Br. Am Lunghino Br.	C. di Sponda lunga 8767	—	—	—
A	— moschata Wulf.	u	Scaletta Alp Scaradra zw. 8400 und 8500	Stelvio Duanapass 8589 Br.	—	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
A	Achillea moschata Wulf.	u	Forcellinapass Br. P. Languard Murettopass 8050 Br.	Samnaunpass 8860 Br. Sass Corriglia 8813 Br.			
A	— atrata L.	k	Thäli Luerle Br. P. Toissa Bernina Br. P. Michel Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Weisshorn 8173 Br.	Lavirums Br. Lenzeralp 8843 Br.	—	—	—
A	Chrysanthemum alpinum L. (Urserenthal Hinterrhein)	u	Zw. Misox und Calanka 8324 Br. Weisshorn Br. Surcarungapass Br. Valetta 8050 u. 8144 Forcellinapass Br. Alveneueralpen Br. Muretto Bernina b. 8070	Sureden 8527 Canalpass 8792 Avers Rothhorn 8927 Br. Beverserthal 8600 P. Lunghino 8558 Br. Samnaunpass 8800 Lavirums 8500 Am Umbrail 8500 und 8914	Am Beverin Br. Beverserberg 9266 Minschun 9080 und 9188 P. Cotschen Kill. Bernina 9000 Am Umbrail 9100 u. 9340	Bernina Lavirumserspitz 9554 Am P. Hot Br.	Am Linard 10200; auf d. Spitze 10516 (Sieber-Gysi)
		k	Lavirums 8300 Laret 8000 P. Linard 8400 F. d. Commerina	C. di Sponda lunga 8767 Stelvio 8600	C. di Sponda lunga 9074 P. Costainas 9233 Ciantun 9497		
Sa	— Halleri Sut.	k	Am Padella Fimberpass Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Weisshorn 8173 Br. Erosafurka Forcellinapass Br.	Samnaunpass 8860 Br. Lenzeralp 8843 Br.	—	—	—
a	Aronicum scorpioides L. sp.	u	Zw. Misox und Calanka 8324	Am P. Beverin Lenzeralp Br.	—	—	—
		k	Weisshorn Arosa Br. Avers Grimselpass Livino 8300 P. Tasna Lischannagletsch. Kill. Bernina 8070 Am Uccello 8300 Br. Am Padella	La Pischa 8620 Br.			
n	— glaciale Wulf. sp.	u	Stätzerhorn Eroserfurka Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Weisshorn Arosa Br. Jupperhorn Br. Laretalp 8000 Br. Fimberpass 8020 Br. Scaletta F. d. Commarina Br.	Parpaner Rothhorn Samnaunpass 8660 Br. Lavirums 8800 Br. Am Combio 8500 Br.	Am Minschun 9080	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
N	Aronicum Clusii All. sp.	u	Flessalp 8100 Scaletta 8062 Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br.	P. Hot Br. Lavirums 8700 Westl. Wormserjoch 8600 Am P. Combio 8500 Br.	P. Centrale Beverserberg 9266 C. di Sponda lunga 9074	—	—
m	Arnica montana L. var. subacaulis		Lavirums Br.	Lavirums bei 8600 Br.	—	—	—
N	Senecio carniolicus Willd. (Beverserthal 6500) (Lavirums 6500) (Flessalp 6800)	u	P. Musch Eroserfurka Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Avers Schwarzhorn 8200 Br. Weisshorn Br. Beverserthal 8309	Parpaner Rothhorn Br. P. Hot 8800 Br. P. Languard Kr. Lavirums Kr. 8700 bis 8800 Am Umbrail 8600 bis 8914 Cima di Sponda lunga 8767	Am Braulio b. 9074 P. Costainas 9233 C. d. Sponda lunga 9074 Ciantun 9197	Am P. Languard b. 9700 Br.	—
		k	Am Linard 8400 Flessalp 8100 Scaletta 8062 Fimberpass Br. Bernina 8070	Am Braulio			
a	— Doronicum L. var. uniflorus		Ducanpass 8225 Br.	—	—	—	—
a	— abrotanifolius L.		Am P. Combio 8000 Br.	—	—	—	—
A	Cirsium spinosissimum L.	u	Weisshorn Arosa 8173 Schaflager Br. Laretalp 8000 Scaradraalp 8400-8500 Forcellinap. b. 8466 Br.	Am P. Padella 8620 Br. Am Umbrail 8600	Am P. Hot bei 9200 Br.	—	—
Sa	Centaurea nervosa Willd.	u	Murettopass 8050 Br.	—	—	—	—
A	Saussurea alpina L. sp. var. depressa Gren.	u	Fimberpass Br. Flimserstein P. Toissa 8194 Br. Parpaner Rothhorn bei 8000 Br. Am Padella Jupperhorn. Avers Grimselpass 8258 Am Piz Languard	—	—	—	—
A	— discolor L. sp.	u	Bernina	Beverserthal 8600	—	—	—
E	Taraxacum officinale Wigg. var. alpinum Hoppe	u	P. Musch 8339 Br. Weisshorn Arosa 8173 Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Forcellinapass Br.	M. Uccello Parpaner Rothhorn Br. P. Hot 8600 Br. Am Umbrail 8600 C. d. Sponda lunga 8767—8800	P. Beverin 9233 Br. Minschun bei 9080	—	—
		k	Stallaberg 8050 u. 8144 Fimberpass Br. Beverserthal 8400 Laretalp 8000 Livino 8300 Bernina 8070 u. 8198 Languard bis 8385 Br.				

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
N	Leontodon Taraxaci Willd. (Am Gotthard)	u	Flimserstein 8300 Bern. Lenzerhorn Thäli Luerle Br. Stätzerhorn Calanda Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Uccello bei 8300 Furcahorn 8400 Br. Flimserpass Br. Ducanpass 3225 Br.	P. Musch 8800 Br. Samnaunpass Br. Lavirumserpass 8700 Kr. Am P. Padella 8500 bis 9000 Kr.	—	—	—
		k	Val Livino 8300				
A	— pyrenaicus Vill. sp. (alpinus Willd.)	u	Flimserstein Surcarungapass Br. Zw. Misox und Calanka 8324 Forcellinapass Br. Lenzerhorn Alveneueralp Br. Valetta 8144 Ducanpass Br. Fimberpass Br. Beverserthal 8309 Flessalp 8100 Scaletta 8062 Am P. Languard 8400 Br. Bernina bei 8070 und 8198 Lavirums F. d. Commarina Br.	Sureden 8527 P. Beverin bei 9000 Beverserthal bei 8600 Lavirumserpass Kr. C. di Sponda lunga 8767 P. Combio 8500 Br.	P. Beverin 9233 Br. C. d. Sponda lunga 9074	—	—
E	— hispidus L. sp. var. alpestris Heg.		F. della Commarina 8000—8110 Br. Eroserfurka 8158 Br.	—	—	—	—
N	Soyeria hyoseridifolia Vill. sp.	u	Stätzerhorn Weisshorn Br. Parpaner Rothhorn Br.	P. Musch von 8000 bis 8800 Br.	—	—	—
		k	Calanda. Heuthal 8000 Cav. Alveneueralpen Br.				
m	Crepis jubata Koch (rhaetica Heg.)	k	Livino b. 8300 Fimberpass 8020 Br. Flimserstein 8350 (Bern.) (Ing. Reichli u. Bernoulli)	—	—	—	—
A	— grandiflora All. sp.		Lavirums 8000 Br.	—	—	—	—
a	— pygmaea L.	k	Am Braulio	—	—	—	—
Sa	— aurea L. sp.		Am Julier Br.	—	—	—	—

		Gestein	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Crepis Jacquini raetica Fr.	k	Am Padella Br. Ducanpass Br. 8225 Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Weisshorn 8173 Br.	—	—	—	—
Sa	Hypochoeris helvet. lcq. (uniflora Vill.)		Lavirums 8000 Br.	Lavirums Br.	—	—	—
E	Hieracium Pilosella L. var. velutinum Heg.	u	Lavirums 8000 bis 8500 Br.	—	—	—	—
E	— auricula L. var. nivale monoceph. (pumilum) Br.	u	Lavirums 8000 bis gegen 8500 Br.	—	—	—	—
a	— angustifolium Hoppe (H. glaciale Lach.)		Canalpass Flimserstein Bern. Thäli Luekle 8158 Br. Fimberpass Br. Lavirums	Am Umbrail 8600 Bernina Lavirums Br.	—	—	—
a	— sphaerocephalum Fröehl.	u	Thäli Luekle Schams 8158 Br. P. Beverin b. 8000 Br. Am Bernina Lavirums	—	—	—	—
a	— alpinum L.	u	Flimserstein Bern. Alp Scaradra 8400 bis 8500 Zw. Misox und Calanka 8324 Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Lenzeralp Br. Bernina b. 8070 u. 8198 Am P. Padella F. d. Commarina 8000 bis 8110 Br.	Am P. Beverin M. Uccello Br. Lavirums Br. P. Combio 8500 Br.	—	—	—
a	— glanduliferum Hoppe	u	Flimserstein Bern. Am M. Uccello Br. Thäli Luekle Br. Beverseralp 8300 Scaletta 8062 Bernina Br. P. Languard Br. Am Weisshorn 8173 Br. F. d. Commarina Br.	Parpaner Rothhorn P. Combio 8500 Br. P. Hot Br. Lavirums Br.	—	—	—
a	— piliferum Hoppe (Schraderi Schl.)		Stätzerhorn Thäli Luekle Br. P. Beverin 8000 Br. Fimberpass Br. Beverseralp bei 8300 Bernina 8300	—	—	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10001 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
A	— villosum L. var. dentatum Hoppe	u k	Fimberpass Br. Murettopass und P. Peverin 8000 Br. Weisshorn Arosa 8173 Br. P. Padella	—	—	—	—
A	— albidum Vill. (Laretalp 7600)	u	Kummerhubel 8000 Br. Fimberpass Br. Bernina Br. Lavirums	—	—	—	—
Sa	— incisum Hoppe	k	Weisshorn Arosa 8173 Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Am Padella Br. Ducanpass 8225 Br.	—	—		—
	Campanulaceae.						
E	Phyteuma orbiculare L. var.		Am Padella Br.	—	—	—	—
A	— hemisphaericum L.	u	Surcarungaspass Br. Weisshorn Arosa Br. Kummerhubel 8001 Br. Forcellina Murettopass Br. Bernina 8070 Beverseralp 8309 Laretalp 8100 Flessalp 8100 Scaletta 8062	Am Beverin Br. Am Umbrail 8600 Samnaunpass 8860 Br. P. Hot 8600 Br. Am P. Combio 8500 Br.	—	—	—
N	— globulariaefolium Sternb.	u	Flimserstein 8200 Bern. Zw. Misox und Calanka 8324 Thäli Luekle Alveneueralpen Br. Valettapass 8144 Forcellinapass Br. Murettopass 8300 Bernina 8198 Beverseralp 8300 P. Padella Scaletta 8062 Laretalp 8000 Flessalp 8100 Am P. Linard 8400	Rothhorn 8927 Br. Parpaner Rothhorn Br. Suredenpass 8527 Lavirums 8620 Br. Am Umbrail 8600 C. di Sponda lunga 8767 M. Uccello Br. Am P. Combio 8500 Br.	P. Beverin Br. Bernina 9000 Am P. Hot Kr. Am Minschun 9080 P. Cotschen 9325 Kil. Am Languard Cav. C. di Sponda lunga 9074	P. Hot bei 9800 Br. Am P. Languard 9800 Br.	—
N	— humile Schl (Ob Lago bianco 7776 Kr.)	u	Am Cancianopass zw. Poschiavo und Malenko b. 8000 Br.	Am Bernina b. 8600 (sehr klein). Heuthal Kr.	Cambrena 9041	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
m	Campanula Scheuchzeri Vill. (linifolia Lam.)	u	Urdenpass 8004 Br. Weisshorn Arosa Br. Alveneueralpen Br. Kummerhubel Br. Forcellina Br. Laretalp 8000 Bernina	Am Umbrail 8600 Sass Corviglia 8813 Br.		—	—
Sa	— pusilla Hänke	k	Forcellinapass Br. Weisshorn Arosa Br. Samnaun 8000 Furkahorn 8400 Br. Am Uccello 8300 Br.	—	-	—	—
N	— cenisia L. (Laret b. 7600)	u	P. da Musch 8339 Br. Laretalp 8000 Am M. Uccello bei 8300 Br. Flimserstein. Bern.	Am P. Padella 8500 bis 9000 Kr. Samnaunpass 8860 Br. La Pischa	P. Cornet (Theob.) Minschun 9454 P. Beverin Br.	Lischannaspitze 9544 Kill. Bernina Pischa 9500 Cav.	—
A	— barbata L. var. strictopedunculata Thom.	k	Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Heuthal Forcellinapass Br.	Lavirums Br. P. Hot 8800 Br.		- -	—
	Vaccinieae.						
E	Vaccinium myrtillus L.	u	Bernina bei 8070	-	—	-	—
Sa	— uliginosum L.	u	Bernina bei 8198	Am P. Hot bei 8600 Br.	—		—
	Ericaceae.						
a	Azalea procumbens L.	u	Sürcarungaspass 8128 Br. Zw. Misox und Calanka 8324 Forcellinapass Valetta 8144 Hochgrätli Avers 8126 Br. Bernina bei 8070 und 8198 Beverseralp 8309 Laret 8000 Flessalp 8100	P. Lunghino 8558 P. Padella 8800 Br. Lavirums 8927 Br.	- -	- -	—
Sa	Arctostaphylos uva-Ursi L.		P. Hot 8500 Br.	--	—	—	
a	— alpina Spr.		Scaletta 8062 Hochgrätli Avers 8126 Br. Am P. Padella Br.	—	-	—	--
E	Erica vulgaris L.	u	Am Languard 8385 Br.	—	—	-	-

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
	Primulaceae.						
a	Soldanella pusilla Bmg.	u k	Zw. Misox und Calanka Schwarzhorn Br. Bernina 8070 Lavirums 8300 Flessalp 8100 Scaletta 8062 Küpfenfluh 8111 Br.	—	—	—	—
a	Androsace obtusifolia All.	k	Thäli Luekle Br. Schwarzhorn u. Weisshorn Avers 8200 Br. Alveneueralpen Br. Beverseralp 8400 Livino 8300 Am P. Tasna Kill.	M. Uccello 8594	—	—	—
a	— aretioides Gaud.	k	—	C. di Sponda lunga 8767	—	—	—
a	— chamaejasme Host.	k	Averser Hochgrätli Am Padella Br. Thäli Luekle Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Schwarzhorn Br. P. Musch Br. Am. Uccello Br.	—	—	—	—
N	— glacialis Schl. sp. (Scaradra 6200) (Valserberg 7718) (Rosegginsel 7700) (Wormserjochpass 7733)	u	Flimserstein 8200 P. Laiblau 8490 Br. Canalalp 8112 Misoxkamm 8324 Alveneueralpen Br. Surcarunga Avers P. Toissa Beverseralp 8450 Scaletta 8062 Am Linard 8400	Parpaner Rothhorn Br. Canalpass 8792 Sureden 8527 M. Uccello 8600 Br. Rothhorn Br. Lenzeralp Br. Beverserthal 8600 Lavirums b. 8749 Am Umbrail 8800 und 8914 C. di Sponda lunga 8767 P. Lat 8621 Kill.	P. centrale Zaporthorn 9198 Saluverjoch Kr. Cambrena 9041 Linard 9400 Beverserberg 9266 Lavirums 9233 Br. Minschun 9454 P. Cotschen Kill. Umbrail 9100 und 9340 P. Costainas 9233 P. Ciantun 9497 P. Combio 9150 Br.	P. Lavirums 9554 P. Lisanna 9544	P. Linard bei 10100—10200 10300—10516 P. Hot 10001 Br. P. Languard Br. Verstanklahorn 10170 (J. Jacot)
N	— helvetica L. sp.	k	P. Toissa Br. Weisshorn Arosa 8173 Br. Schwarzhorn 8280 Br. P. Musch Br. Stätzerhorn Br. Alveneueralpen Br. Grimselpass Avers Br. P. Padella Laretalp 8000	Am P. Padella Kr. Br. Samnaunpass 8800	Mohrenkopf 9128 Minschun 9454	P. Pisoc 9786 Kill.	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
N	Androsace imbricata Lam. (— tomentosa Schl.) (Zw. Calanka u. Misox 7000) (ValCalanka, Buffalorapass gegen Calvarese 7000) Br. (Alp Rossiglione w. ü. Arvigo a. d. Tessinergrenze 6200–6500 Br.)	u	Gravas Alvaskette nördlich über Sils (Dr. Meyer) Legnone 8039	—	—	—	—
Sa	Primula auricula L.	k	Weisshorn Arosa 8173 Br.		—	—	—
A	— viscosa Vill. Gaud. (villosa Jacq.)	u	Scaradra 8400 u. 8500 Flessalp 8100	Am Braulio 8767 Am Umbrail 8600 Duanapass Avers 8589 Br.	Bernina 9198 C. d. Sponda lunga 9074	—	—
	var. excapa Heg.		Stelvio	Sureden 8527 Umbrail 8914	—	—	—
N	— oenensis Thomas (Pooliana Brügg.)	u	Alpthal Lamuranza bei 8500 (Muret) Am Umbrail 6500 bis 8000 Br.	M. Braulio	—	—	—
A	— latifolia Lap. (graveolens Heg.)	u	Bernina 8198 P. Padella Br. P. Languard Br.	Duanapass Avers 8889 Br. P. Lunghino ob Maloja 8558 Sass Corviglia 8813 Lavirums 8927 Br.	—	—	—
a	— integrifolia L.	u	Zw. Misox und Calanka 8324 Br.	Sass Corviglia 8813 Br. Am P. Beverin Br.	—	—	—
		k	Erosafurka Br. Valetta b. 8050 und 8144 Forcellinapass Br. Scaletta Br. Alveneueralpen Br. Küpfenfluh Br. Bernina 8070 u. 8198 P. Languard Br. Beverseralp 8300 Livino 8300	Duanapass Avers 8509 Br.			
N	— glutinosa L. (Seesvenna u. Ciavallatsch Theob.)	u	Val d'Assa in der Remüser Schafalp Rosenna (Thomas und Krättli)	Stilfserjoch Höhe 8660 (Leresche) Bernina Stretta Cav.	—	—	
	var. exilis Brügg.		—	Parpaner Rothhorn Eroser Schafälpeli 8000 bis 9000 (Lorez, Schlegel und Brügger)	—	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
	Lentibularieae.						
A	Pinguicula vulgaris L. var. grandiflora Lam.	u	Bernina Br.	—	—	—	—
	Labiatae.						
Sa	Ajuga pyramidalis L.	u	Stätzerhorn Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br.	Lavirums Br.	—	—	—
E	Thymus Serpyllum L. var.	u	Scaradra 8400—8500	Sureden Am P. Padella 8800 Br.	—	—	—
	Scrophularieae.						
A	Linaria alpina L. var. glacialis Br. (P. Hot)	k u	P. Toissa 8194 Br. Livino 8300 Muretto 8300 Alveneueralpen Br. Avers Br. Lenzeralpen Br. Küpfenfluh 8111 Br. P. Hot	Am Beverin Br. M. Uccello 8594 Br. P. Lunghino 8558 Br. Beverserthal 8600 Samnaunpass 8860 Br. Lavirums 8700 Stelvio Am Umbrail 8914	Lavirums bei 9233 Br. Am P. Languard 9500 Br. P. Combio 9100 Br.	P. Lischanna 9544 Kill. Am P. Hot 9800 Br.	—
A	Veronica alpina L.	k u	Weisshorn Arosa Br. Schwarzhorn P. Laiblau 8490 Br. Valetta 8050 u. 8144 Forcellina Br. Flessalp 8100 Scaletta P. Hot Bernina 8070 Livino 8300	Cima di Sponda lunga Sureden 8527 P. Lunghino 8558 Umbrail 8767—8914 Samnaunpass 8800 Combio 8500	Minschun 9080	—	—
A	— saxatilis L.	u	Lavirums	Am Umbrail 8914	—	—	—
A	— bellidioides L.	u	Eroserfurka Br. Zw. Misox und Calanka 8324 Br. Alveneueralp Br. Forcellinapass Br. Bernina 8078 P. Padella Scaletta 8062 Ducanpass Br. P. Combio Br.	Am Bernina Br. P. Hot 8600 Br. Lavirumspass 8700 C. di Sponda lunga 8767 Stelvio Am Umbrail 8914			
A	— aphylla L.	u	Stätzerhorn Br. Ducanpass 8225 Br. Weisshorn Arosa Br. Eroserfurka Avers Br.	Lavirums Br.	—	—	—
Sa	Euphrasia Salisburgensis Funk. var. alpina Lam. ⊙	u	Bernina 8070 Scaletta 8062	Braulio 8767 Am Umbrail 8914	—	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
Sa	Euphrasia minima Schl. ⊙	u	Thäli Luekle Schams 8158 Br. Bernina 8070	Am P. Beverin Br.	—	—	—
		k	Val Livino 8300 Am P. Padella Br.				
Sa	Bartsia alpina L.	u	S. Michel 8004 Br. Avers Kummerhubel 8001 Br.	Sureden 8527 Samnaunpass boi 8600 Br.	—	—	—
Sa	Pedicularis recutita L	u	Flessalp b. 8100	—	—	—	—
A	— verticillata L.	u	Forcellinapass Br. Scaradra 8400—8500 P. Padella bei 8000 Br.	Bernina bei 9000 Cav.	—	—	—
Sa	— rostrata L.		Thäli Luekle Schams Br. P. Laiblau 8490 Br.	P. Hot 8600 Br. Duanapass Avers 8589 Br.	P. Languard bis 9500 Br. Bernina Tschüffer 9500 Cav.	—	—
		u	Zw. Misox und Calanka 8324 Br. Jupperhorn 8158 Br. Forcellinapass Br. Scaradra 8400 bis 8500 Scaletta Am P. Linard 8400	Suredenpass 8527 P. Combio 8500 Br.			
a	— Jacquini Koch.		Fimberpass 8002 Br.	Samnaunpass 8860 Br.	—	—	—
a	— tuberosa L.		Lenzeralp 8300 Br.	—	—	—	—
a	— incarnata Jacq.		Jupperhorn Avers 8158 Br.	—	—	—	—
	Borragineae.						
m	Myosotis sylvatica Hoffm. ⊙[1] var. alpestris Schm.	u	Scaradra 8400 bis 8500 Fimberpass Br.	Suredenpass 8527 M. Uccello Padella P. Hot 8600 Br. Umbrail 8600 Stelvio C. di Sponda lunga 8767	—	—	—
N	Eritrichium nanum Vill. sp. (Schafberg b. Padella 7450 Kr.)	u	P. Laiblau 8490 Br. Scaradra 8400 bis 8500 Am Valetta 8050 Avers Muretto 8300 Beverseralp 8456	Suredenpass 8527 Beverserthal 8600 P. Longhino 8555 (Müll.-Wegm.) Lavirums 8620 u. 8700 Am Languard b. 8800 Kr.	P. centrale Zaporthorn 9198 Br. Beverserthal 9266 Cambrêna 9041 Minschun 9454 P. Combio 9150 Br.	Lavirumserspitze 9554 Scopi (Nägeli)	P. Languard 10053 Br. P. Hot Kr. Br.
	Gentianeae.						
E	Gentiana campestris L. ⊙	k	Calanda nahe zur Spitze (Moritzi) P. Padella Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. P. Musch 8339 Br. Grimsel Avers Br.	—	—	—	—

[1]) ⊙ bezeichnet eine zweijährige Dauer.

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F bis 11000 P. F.
a	Gentiana obtusifolia Willd. ⊙	u	Bernina Lavirums Br. Am Padella Br. Thäli Lüekle Br. Forcellinapass Br. Am P. Languard Br. 8000	Duanapass 8589 Br. P. Combio 8500 Br.	—	·	—
N	— glacialis Thomas (tenella Rottb.) ⊙ (Bevers. Rheinwald 6000) (Cresta 6200)	u	Fimberpass Br. Weisshorn Arosa Br. Gipfelplateau d. Schwarzhorn üb. Churwalden 8281 Br. P. Musch Br. Calanda Flimserstein 8000 (Bernoulli) Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br.	Lavirumserpass 8700	P. Beverin (9233) Br.	—	—
		u	Forcellinapass Br.				
a	— brachyphylla Vill.		Stätzerhorn Valetta Br. Hochgrätli und Jupperhorn Br. Forcellinapass P. Cavradi 8068 Br.	Samnaunpass 8860 Br.	Zaporthorn 9198 Kölliker P. Beverin Br.	Scopi 9850 (Nägeli)	—
		u	Küpfenfluh 8111 Br. Schwarzhorn 8200 Br.				
m	— verna L. var. angulosa Wahlb. (G. aestiva Röm. U. Sch.)	k	Stätzerhorn Surcarungaspass Am Schwarzh. 8275 Br. Valetta Ducanpass Br. P. Musch Br. Weisshorn Arosa Br. Alveneueralpen Br. Scaletta 8060 Furcahorn 8400 Küpfenfluh 8111 Br. Livino 8300 Schyahorn 8373 Br. Avers, Hochgrätli Br. Jupperh. u. Grimsel Br. Fimberpass	Parpaner Rothhorn Br. P. Lunghino 8558 Br.	P. Beverin 9233 Br.	—	—
A	— bavarica L. (Bevers)	u	Livino 8300 Scaletta 8060 Furcahorn 8400 Br.	–	—	—	—
N	var. imbricata Schl.	u	Eroserfurka Stätzerhorn P. Laiblau Br.	Surcarungaspass Sureden 8527 Canalpass 8792	P. Beverin Br. P. Timme im Avers 9280 (Käser)	P. centrale Am Linard 9600	P. Linard 10100 P. Languard 10053 Br.
		k	Zw. Misox und Calanka 8324 Canalpass 8112 Valetta 8144 Ducanpass Br.	M. Uccello 8594 Parpaner Rothhorn Br. Duanapass 8589 Br. Beverserthal 8600 Lavirumserp. 8700–8900	Beverserberg 9266 P. Hot Am Minschun 9080	Lavirumsberg 9554 P. Hot 9900 Br.	

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
N	Gentiana bavarica L. var. imbricata Schl.		Forcellinapass Bernina 8198 Beverseralp 8300 F. d. Commarina 8000 Br.	C. di Sponda lunga 8767 Am Umbrail 8914 P. Lat 8628 Kill.	Minschun Kamm 9454 Umbrail 9340 P. Cotschen 9325 Kill. Ciantun 9497 C. d. Sponda lunga 9074 P. Combio Br.	—	—
A	— nivalis L. (Rheinwald, Engadin, Thalsohle)	u k	Flimserstein (Bernoulli) Surcarungaspass Br. Ducanpass Br. Calanda Br. Forcellinapass Fimberpass Br. Valettapass 8144 Alveneueralpen und Furka Br. Bernina 8070	Parpaner Rothhorn Br. Am Beverin Br.	—	—	—
Sa	— acaulis L. (Rheinwald, Engadin)	k	Surcarungaspass Br. Scaradra 8400—8500 Ducanpass Br. Bernina 8070 Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Furkahorn 8400 Br.	Am Umbrail 8600 und 8914	—	—	—
a	— excisa Pr. var. alpina	u	Am Lavirums b. 8200 Br. Fimberpass 8020 Br. Surcarungaspass 8128 Br. Jupperhorn 8258 Br. Bernina F. d. Commarina Br.	—	—	—	—
A	— punctata L. (Bevers)	u	Valetta 8144 Flessalp 8100 Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Lenzeralp 8330 Br.	Lavirumspass 8600 Br.	—	—	—
A	— purpurea L.		Am P. Hot 8500 Br.	—	—	—	—
A	Pleurogyne carinthiaca Grisb. (Bregalga im Avers Br.)		Kistenpasshöhe 8500 (Rütimeyer)	—	—	—	—
	Rubiaceae.						
E	Galium sylvestre var. alpestre Gaud.	u	Forcellinapass Br. Thäli Luekle Schams 8158 Br. Fluelapass Br.	Umbrail 8600 Am P. Combio 8800 Br.		—	—
a	— helveticum Weig.	k	Furkahorn neben Thierfluh 8400 Br.	—	—	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
	Umbelliferae.						
A	Meum mutellina L.	u	Kamm zw. Misox und Calanka 8324 Erosa bis 8000 Br. Stallaberg 8050 u. 8144 Beverseralp 8070 Bernina 8070 Flessalp 8000 Livino 8100	Sureden 8527	-	—	—
N	Gaya simplex L. sp. (Am Padella zuerst bei 7500 Kr.)	u k	Stätzerhorn Beverin Br. Weisshorn Br. Alp Scaradra 8400 bis 8500 Scaletta Br. Flessalp 8000 Beverserthal 8309 Fimberpass 8010 Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Furkahorn 8400 Br. Erosafurka 8158 Am Uccello 8300 Br.	Beverseralp 8600 P. Combio 8500 Br. Samnaunpass 8860 Br. Lenzeralp 8800 Br. P. Lunghino 8558 Br. P. Hot 8600 Br.	Am Minschun 9080	—	
	Ranunculaceae.						
A	Anemone vernalis L.	u	Küpfenfluh 8111 Br. Laretalp 8000 Am P. Hot 8000 Br. P. Combio 8000 Br.	Am P. Hot 8600 Br.	—	—	—
A	— alpina var. sulphurea L. (Laret 7700) (Beverseralp)		Bernina bei 8500 Cav.	—	—		—
N	Ranunculus glacialis L. (Unten auf der Alp Confino westl. vom Bernardin 6932)	u	P. Laiblau Br. P. Toissa Br. Zw. Misoxu. Calanka 8324 Eroserfurka 8158 Br. Forcellinapass Br. Ramuzjoch 8000–8500 Br. Beverseralp 8300 Laretalp 8100	Lenzeralp 8548 Br. Samnaunpass 8870 P. Lunghino 8558 Br.	P. centrale Beverserberg 9266	—	P. Languard 10053 Br.
	var. roseus Heg.		Scaletta 8082 Am P. Linard 8400 Fimberpass Br. Muretto 8050 Lavirums 8500 Livino 8300	Am P. Languard Br. Lavirumspass 8700 Umbrail 8914 C. di Sponda lunga 8767 Stelvio	Am P. Linard 9400 P. Vauglia 9154 Br. Am Umbrail 9100—9340 P. Costainas 9233	A. P. Linard 9600 Lavirums-berg 9554	P. Linard 10100—10200 10300—10516 Am Bernina 10667 P. Tschierva 10990 (Krättli. Rambert) P. Hot 10001 Br.
	var. tomentosus		—	Canalpass 8792	P. Combio 9000 Br. C. di Sponda lunga 9074 Ciantun 9497	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Ranunculus alpestris L.	k	P. Toissa 8194 Br. Avers Forcellinapass Br. Eroserfurka 8158 Br. Weisshorn in Erosa 8173 Br. Am Stelvio Ducanpass 8225 Br.	—	—	—	—
a	— pyrenaeus L.		Flimserstein Bern. Thäli Luckle, in Schams (Felix) Avers Br. Am P. Languard	—	—	—	—
m	— montanus Willd.	u k	Forcellinapass 8000 bis 8460 Br. Ducanpass 8225 Br. Flessalp 8100 Livino 8300 Wormser Joch (Hausmann)	—	—	—	—
A	— Villarsii Dec. Koch	u	Kummerhubel 8001 Br.	—	—	—	—
a	— rutaefolius L.	k	Livino 8300	Lavirumspass 8700	—	—	—
a	— parnassifolius L.	k	P. Padella 8000 Br. (Krättli) Albula b. 8000 Cav.	Am Umbrail	—	—	—
m	Aconitum Napellus L. var. tauricum Wulf.	k	Weisshorn Erosa 8173 Br. Schwarzhorn 8281 Br.	—	—	—	—
	var. alpinum Heg.		P. Toissa 8194 Br.	P. Languard 9000 Br.	—	—	—
	Papaveraceae.						
a	Papaver alpinum L. var. raeticum Ler.	k	Livino 8300	La Pischa 8620 Br. Lavirumspass 8700 C. di Sponda lunga 8700	M. Braulio 9134	—	—
	Polygalaeae.						
E	Polygala amara var. alpestris Rchb.		Ducanpass 8225 Br.	Lavirums	—	—	—
	Cruciferae.						
Sa	Arabis alpina L.	u k	Thäli Luckle Br. P. Toissa Br. Weisshorn 8173 Br. Ducanpass 8225 Br. Forcellina Br. Beverserthal 8400 Laretalp 8000 Livino 8300	M. Uccello 8594 Samnaunpass 8800 P. Padella Lavirums Br.	Minschun 9454 P. Cotschen Kill.	—	—
a	— bellidifolia Jacq.	u	Valettapass 8144 Am P. Languard Br.	—	—	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Arabis pumila Jacq.	k	P. Toissa Weisshorn Erosa 8173 Br. Eroserfurka Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. P. Padella v. 8000 bis 8500 Br. Grimselpass Avers Br. Ducanpass 8225 Br.	P. Lat 8621 Kill.	—	—	—
a	— coerulea Haenke (Samnaun bei 7000) (Scaradra 6200)	k u	P. Toissa Br. Weisshorn Erosa 8173 Br. Eroserfurka 8158 Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. P. Padella 8000 Thäli Luekle Br. Forcellina Br. Flimserstein Bern. Beverserthal 8309 und 8400 Scaletta 8062 Fimberpass 8020 Br. Ducanpass Br.	Lenzeralpen 8843 Br. Livino 8800 P. Lat Kill. P. Lunghino 8558 Br.	Minschun 9085	P. Tasna 9786 Kill.	—
A	Cardamine alpina Willd. (bellidifolia Scop.)	u	Furcahorn 8490 Br. Eroserfurka Br. Beverserthal 8309 Scaletta 8060 Am P. Languard Br. Forcellinapass Br. Valetta Br. P. Padella Fimberpass Br. P. Cavradi Br.	M. Uccello Br. Am P. Hot 9000 Br.	—	—	—
A	— resedifolia L.	u	Weisshorn 8173 Br. Schwarzhorn Br. Bernina 8070 u. 8198 Scalettapass 8062 Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Thäli Luekle Br.	Suredenpass 8527 Am P. Languard 9000 Br. P. Combio 8800 Br.	—	—	—
a	Draba aizoides L.	k	P. Toissa Br. Alveneueralpen Br. Parpaner Rothhorn Schyahorn 8373 Br. Weisshorn 8173 Br. Eroserfurka Br. Hochgrätli Avers 8000 Br. Fimberpass Br. Beverserthal 8400 Livino 8300	Ob. Engadin bis 9000 Cav. Lavirums Am Padella 8800 Br. P. Lunghino 8558 Br.	Minschun 9454	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
n	Draba Zahlbruckneri Host.	k	Surcarungaspass 8128 Br. Piattone di Vignone am P. Uccello NO über S. Bernhardino 8000 Br. Thäli Luekle 8158 Br. Hochgrätli und am Languard Br. P. Padella b. 8000 Br.	Suredenpass 8527 Lischanna Kill. Lavirums Br. P. Padella 8800 Br.	—	—	—
a	— tomentosa Wahlb.	k u	Surcarungaspass Br. Weisshorn 8173 Br. Eroserfurka Br. P. Padella 8000 bis 8500 Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br.	M. Uccello 8594 Am Braulio 8767 P. Lat Vulp.	Beverseralpberg 9266	P. Pisoc 9756 Kill.	
A	— frigida Saut. (stellata Koch)	k u	Thäli Luekle Br. Surcarungaspass Br. Alveneueralpen Br. Avers Laret 8000 Livino 8300 P. Padella Br. P. Combio Misox Br. Lischanna und am P. Tasna Kill. Fimberpass Br.	Sureden 8527 Am P. Padella 8600 Br. Am Umbrail 8914 M. Braulio 8767	Am P. Languard b. 9500 Br. Beverserberg 9266 Minschun 9454 M. Braulio 9134	—	—
N	— Wahlenbergii Hartm.	k	Flimserstein Bern. Surcarungaspass Br. Eroserfurka Br. Am Weisshorn Erosa 8173 Br. Am Schwarzhorn 8281 Br.	—	—	—	
	var. fladnizensis Wulf. (D. helvetica Schl. sclerophylla Gaud. ciliaris Wahlbg.)	u	Laret 8000—8100 Am P. Beverin Fimberpass Br.	M. Uccello 8594 Am P. Hot 8800 Br.	P. centrale 9250 Beverserberg 9266	x	P. Linard 10100
	var. homotricha Lindb. sclerophylla Gaud.	u	—	—	P. Cotschen 9325 Kill.	—	—
n	— Johannis Host. (nivalis Dec. Gaud.) (hirta Gaud.)	u	Avers Br. Camogaskerthal Am Schwarzhorn 8281 Br. Surcarungaspass 8128 Br.	Sureden 8527 Am Umbrail 8767 Am Stelvio 8500–8600 P. Lat 8621 Kill.	Minschun 9454	—	—
a	Thlaspi rotundifolium L. sp.	k	Spitze des Calanda 8250	Kalfeuserstock 8714 Trinsergrat 8994	—	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Hutchinsia alpina L. sp.	k	P. Toissa 8194 Br. Weisshorn 8173 Br. Schwarzhorn Ducanpass 8225 Br. Valetta 8144	Suredenpass 8527	Am Minschun 9080 M. Braulio 9134	—	—
		u	Beverserthal 8400 Lavirums 8500 Livino 8300				
	var. brevicaulis Hoppe	u	Thäli Luekle Br. P. Toissa Br. Weisshorn 8173 Br. Adulagebirg 8000 Valseralpen, am Tambohorn Valetta Br. Hochgrätli Br. Jupperhorn Br. Forcellinapass Br. Fimberpass 8020 Br.	Duanapass Avers 8589 Br. Lischanna Kill. P. Lat P. Hot 8600 Br. Lavirums Br.	-	—	—
Sa	Biscutella laevigata L.		Julier. Padella Br.	-	—	—	
	Cistineae.						
E	Helianthemum grandiflorum Dec.		Am P. Padella über 8000 Br.	—	—	—	-
A	— alpestre Scop. sp.	k	Jupperhorn 8126 und Grimsel Avers Br. Weisshorn 8173 Br. Schwarzhorn Br. Livino 8300 Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br.	Sass Corviglia 8813 Br. P. Padella 8800 Lavirums Br.	—	—	—
	Droseraceae.						
E	Parnassia palustris L. var. alpina Brügg.	k	Am Weisshorn 8000 Br. Hochgrätli Avers 8126 Br.	—	—	—	—
	Violarieae.						
a	Viola calcarata L.	k	Thäli Luekle 8150 Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Avers Hochgrätli 8126 Br. Livino 8300	x	P. Vauglia 9154 Br. P. Beverin 9233 Br.	—	—
		u	Beverserthal 8400 P. S. Michel 8004 Br.				
	var. nivalis Brügg. (V. Julia Br.) (Stallaberg 7500 Br.) (Alpisellapass zw. Fraele u. Livigno b. 7000 Br.)	u	Am Rothhorn 8000 Br. Ducanpass 8225 Br. Eroserfurka 8158 Br. M. Uccello 8000 bis 8300 Br. Küpfenfluh 8111 Br. Lavirums 8000-8500 Br.	Parpaner Rothhorn 8600 Br. Casanella 8595 Br. Avers Grimselpass Duanapass 8589 Br.	—	—	—
Sa	— pinnata L.	u	Im Heuthal b. 8000 Cav.	—	—	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
	Paronychieae.						
a	Herniaria alpina Vill.	Serp.	Urdenpass 8004 Br.	—	—	—	—
	Alsineae.						
Sa	Sagina saxatilis Wimm. var. nivalis Brügg.		Thäli Luekle Schams Br. Am P. Padella Br. Weisshorn 8173 Br.	—	—	—	—
N	Alsine biflora Wahlb. (Arenaria sphagnoides Thom.) (Am Umbrailpass 7790 Br.	u k	Surcarungaspass Br. Parpaner Rothhorn Am Padella Brüggerhorn und Alpen von Alveneu bei 8000 Br. Fimberpass Br. Weisshorn Erosa 8173 Br. Schwarzhorn und Eroserfurka 8158 Br.	Grimsel Avers Br. Am P. Padella 8800 Br. Lavirums 8700	—	—	—
a	— recurva All. sp.	n	Weissensee 8000 Lunghinopass 8111 Br. P. Hot bei 8200 Br. F. d. Commarina 8000—8110 Br.	Val Lavirums 8600 P. Casanella 8500 bis 9000 Br. Cambrena 8500–9000 Cav.			
Sa	— verna L. sp.	u k	Beverserthal 8400 Am Linard 8400 Livino 8300	Sureden 8527 V. Braulio 8707	—	—	—
	var. subnivalis Heg.		Flimserstein Alveneueralpen Br. Valettapass Br. Forcellina Br. Weisshorn 8123 Br. Schwarzhorn Br. Am M. Uccello Br. Cancianopass zw. Poschiavo u. Malenco 8000 Br. Fimberpass Br.	Lavirums 8900 Br. Heuthal 8500 Nägeli Am P. Beverin 8000 bis 9000 Br. P. Padella 8800 Br. Am Umbrail 8914	Am Lunghino c. 9080 Br. P. Languard bei 9500 Br.		
	var. Gerardi Willd.		Surcarungaspass 8128 Toissa 8194 Br.	x	A. Minschun 9080 u. Kamm 9454	—	
n	— sedoides Fröl.	k	Calanda Mor. P. Padella Br.	Lavirumspass Br. Calanda 8940 Mor.	—	—	—
a	Facchinia lanceolata All. sp. (Arenaria cherlerioides Vill.) (Am Lunghinosee 7450 Br.) (Seanfserthal Waldgrenze Kr.)	k	Morbegnopass Bernina Tschüffer 8500 Cav.	Lavirumspass Höhe 8700 Samnaunpass 8800 Chiampatsch 8986	—	—	—
a	Cherleria sedoides L.	u	Surcarungaspass Br. P. Toissa Br. Eroserfurka 8158 Br. P. Cavradi Br. P. Laiblau Br. Zw. Misox und Calanka 8324 Br.	Lavirumspass 8700 Br. Am Rothhorn 8927 Br. Sureden 8527 P. Lunghino 8558 Br. Beverseralp 8600 Bernina 9000 Lavirums 8700	P. centrale P. Beverin 9233 Br. Costainas 9233 Ciantun 9492 Crasta mora Albula Kr.	P. Hot 9700 Br. Lavirums-berg 9554	P. Hot 10001 Br. Am Linard 10100

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10001 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Cherleria sedoides L.	u k	Scaradra 8400—8500 Weisshorn 8173 Br. Forcellina Br. Valetta 8144 Alveneueralpen Br. Fimberpass 8020 Br. Beverseralp 8300 und 8456 Am Languard Scaletta 8062 P. Linard 8400 F. d. Commarina 8000 Br.	Stelvio Am Umbrail 8914 C. di Sponda lunga 8767	P. Combio 9150 Br.	—	—
a	Moehringia polygonoides Wulf. sp.	u k	Ducanpass 8225 Br. Furkahorn 8400 Br. Surcarungaspass Br. P. Toissa 8194 Br. Forcellinapass Br.	M. Uccello 8594 P. Lunghino 8558 Br. P. Padella 8800 Br.	Am Minschun 9080	—	—
	var. nana Gaud. (sphagnoides Rchb.)		Alveneueralpen 8000 Br.	—	—	—	—
E	Arenaria serpyllifolia L. var. Marschlinsii Koch (A. nivalis Godr.)		Stelvio 7000–8000 Br. Wormserjoch (Hausm.) Eroserfurka Br. und Lenzeralp Br. bei 8000	Lavirums Br. Am Languard bis 9000 Br.	—	—	—
n	— ciliata L. var. multicaulis L. Wulf.	u	Surcarungaspass Br. Thäli Luekle Schams 8158 Br. Eroserfurka 8138 Br. Weisshorn Arosa 8173 Br. Schwarzhorn 8281 Br. Flimserstein Alveneueralpen Br. Valetta 8144 Forcellinapass Br. Beverserthal 8409 Fimberpass Br.	Lenzeralp b. 8339 Br. Parpaner Rothhorn 8930 Br. M. Uccello 8594	M. Braulio 9134 P. Minschun 9454 Kill. P. Combio 9100 Br.	—	—
N	— biflora L. (Hinterrhein; am Gotth.)	u k	Thäli Luekle Br. Surcarungaspass Br. P. Laiblau Br. Schwarzhorn und Lenzeralp Br. Valetta. Scaletta 8062 Alveneueralpen Br. Forcellinapass Beverserthal 8300 Fimberpass 8020 Br. Lavirums 8300–8500 Livino 8300 Fil di Commarina Br.	Sandhubel 8515 Br. P. Padella 8600 Br. Beverseralp 8600 Bernina C. di Sponda lunga 8767 bis 9074	P. Hot 9500 Br. P. Combio Br.	—	—
a	Stellaria cerastoides L.	u k	Surcarungaspass Br. P. da Musch Br.	Stelvio Lavirumspass 8700	Am Lavirum-serberg b. 9200	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Stellaria cerastoides L.	k	Weisshorn Arosa 8173 Br. Schwarzhorn Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Stallaberg 8050 und 8144	P. Hot bis 9000 Br. P. Lunghino 8538 Br.			
		u	Forcellinapass Br. Bernina 8070 Am P. Languard Scaletta 8060 Livino 8300				
A	Cerastium latifolium L.	k	P. Toissa 8194 Weisshorn Arosa 8173 Br. Ducanpass Br. Alveneueralpen Br. Parpaner Weisshorn 8175 Br. Bernina 8080 Livino 8300	Mädris- und Rätschenhorn Br. Calanda C. d. Sponda lunga 8767—9074	Minschun 9080 und 9454 Scesaplana bei 9130 Mor. P. Cotschen	—	—
N	var. glaciale Gaud.	u	Thäli Luekle Schams Br. Weisshorn 8773 Br. P. Cavradi 8067 Br. Schwarzhorn 8300 Br. Zw. Misox und Calanka 8324 Alveneueralpen Br. Forcellinapass Br. Valetta Fimberpass Br. Beverseralp 8300 Scaletta 8060 F. d. Commarina Br.	Rothhorn 8927 Br. M. Uccello 8594 P. Lunghino 8558 Br. Samnaunpass 8800 Sass Corviglia 8813 Br. Am Umbrail 8914 Stelvio	Beverserberg 9266 P. Lavirums 9230 Br. Cambrena 9041 P. Cotschen Kill. M. Braulio 9134 Ciantun 9490 Umbrail 9100 und 9340 P. Combio 9150 Br.	Am P. Linard 9600 P. Lischanna 9544 Kill. P. Pisoc Kill.	Am Linard 10100 P. Hot 10001 Br. Languard 10050 Br.
N	var. pedunculatum Gaud.		P. Laiblau Br. Thäli Luekle Br. Valetta, Scaletta Forcellinapass Br. Alveneueralpen Br. P. da Musch 8339 Br. Eroserfurka 8158 Br. Beverserthal 8300 Muretto 8050	Duanapass 8589 Br. Suredenpass 8527 P. Lunghino 8558 Lavirums 8700 P. Padella P. Combio 8500 Br.	P. centrale P. Hot 9500 Br.	Lavirumserberg 9554	—
a	— alpinum L.		Flimserstein 8200 Bern. Am P. Padella Br.	—	—	—	—
	var. lanatum Lam.		Thäli Luekle 8158 Br. Weisshorn Arosa 8173 Br. Rothhorn 8300 Br. Jupperhorn Avers 8258 Br.	Lavirums bei 8600 Br. Alp Saluver ob Celerina Br. Am P. Padella 8800 Br. Sass Corviglia 8813 Br.	—	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Cerastium alpinum L. var. lanatum Lam.	u	Grimsel Avers Br. Valetta Fimberpass 8020 Br. Lavirums Br. Am Languard Br.	—	—	—	—
E a	— arvense L. var. alpicolum Brügg.	u	Valetta Br. Ober-Engadin Am Languard b. 8400 Br.	—	—	—	—
a	var. strictum Hnke.	k	Forcellinapass Surcarungaspass Br. S. Michel 8004 Thäli Luekle Schams Br. Parpaner Rothhorn 8000 Br. Kummerhubel 8001 Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Schwarzhorn 8280 Br. Eroserfurka 8158 Br.	—	—	—	—
E	— triviale Link var. alpinum St.		Surcarungaspass 8128 Br.	—	—	—	—
	Sileneae.						
N	Dianthus glacialis Hke. (Fexthal. Alp Samaden) (Schafberg am Padella 7450 Kr. Brüggerhorn 7500 Mor. Br.)	k	Livino 8300 Padella Lischanna nahe am Gletscher Kill. Flühseen Avers Br.	Lavirums 8700 Br. M. Braulio (Rainer) Umbrail Casanna 8600 Cav.	—	—	—
N	Silene acaulis L. (Bevers. Campsut)	k u	P. Toissa St. Michel 8004 Br. Scaradra 8400—8500 Schwarzhorn Br. Beverserthal 8300 bis 8400 Flessalp 8100 Linard 8400 Bernina 8070 Livino 8300	M. Uccello 8594 Sureden 8527 Am P. Beverin P. Lunghino 8558 Lavirums 8700 Am Umbrail 8914 C. di Sponda lunga 8767 Stelvio	P. Beverin 9233 Br. Minschun 9454 Umbrail 9100 P. Costainas 9233 Ciantun 9490	—	—
N	var. exscapa All.	u	P. Cavradi Br. Zw. Misox und Calanka 8324 Scalettapass Br. Bernina 8198	P. Lunghino 8558 Lavirums 8700 und 8900 Rothhorn 8927 Br.	Beverserberg 9266 Cambrena 9041	P. Hot 9700 u. 9800 Br.	P. Linard 10100
E	— inflata L.		Rosetsch	—	Lischanna über 9000 Kill. P. Combio 9150 Br.	—	—
m	— rupestris L.		Kummerhubel 8001 Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br.	—	—	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Lychnis alpina L.	u k	Am Stallaberg 8050 Jupperhorn 8258 Br. Bernina Julier Lavirums v. 7500 bis 8500	—	—	—	—
Sa	Gypsophila repens L. var. alpigena Brügg.		P. Trais fluors Br. Schwarzhorn Br. Eroserfurka 8158 Br.	Sass Corviglia 8813 Br.	—	—	—
	Crassulaceae.						
Sa	Sedum atratum L.	k u	Livino 8300 Bernina 8070 Fimberpass 8020 Br. Ducanpass Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Weisshorn Br. Avers	Sureden 8527 Lavirums 8700 P. Padella Br. Samnaunpass 8860 Br.	—	—	—
Sa	— alpestre Vill. (S. saxatile All. repens Schl.)		Lenzeralp Br. Schwarzhorn 8280 Br. Forcellinapass Jupperhorn Br. Fimberpass Br. Parpaner Rothhorn 8000 Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Weisshorn Br.	Lavirums 8774 Br. Duanapass Avers 8589 Br. P. Hot 8800 Br.	P. Combio Gipfel 9150 Br.	—	—
a	Rhodiola rosea L.	u	Scaradra 8400—8500	—	—	—	—
Sa	Sempervivum montanum L.	u	Scaletta 8062 Br. P. Hot 8500 Bernina 8070 Kummerhubel 8001 Br. Am M. Uccello 8000 Br. F. d. Coumarina Br.	Sureden 8827 Beverseralp 8600 Lavirums Br.	—	—	—
Sa	— arachnoideum L.	u	Eroserfurka 8158 Br. Schwarzhorn 8280 Br. Ob. Engadin bei 8500 Cav.	—	—	—	—
a	— Wulfeni Hoppe		Bernina Br. Heuthal Cambrena Languard Roseg 8000 Cav.	—	—	—	—
	Saxifrageae.						
Sa	Saxifraga Aizoon L.	u	Stallaberg 8050 P. Hot bei 8500 Br.	Ob. Engadin b. 9000 Cav. Lavirums Br.	Minschun 9454	—	—
	var. compacta Heg.	k	Val Calanka östl. über Cauco 7000–8000 Br. Eroserfurka 8158 Br. Beverserthal 8400 Am Padella b. 8000 Br.	Am Padella bei 8800 Br.	—	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Saxifraga Aizoon L. var. apetala Brügg.	u	Am Parpaner Rothhorn 8000 Br.	—	—	—	—
Sa	— Hostii Tausch. Engl. (elatior M. et K.) (Am Campione)	k	Am Stelvio	—	—	—	—
Sa	— aizoides L.		S. Michael Br. Eroserfurka 8158 Br. Furkahorn 8300 Br. Schyahorn 8370 Br. Samnaunalp	Sass Corviglia 8813 Br. Samnaunpass 8865 Br.	—	—	—
a	— caesia L.	k	S. Michael Br. Eroserfurka Br. Weisshorn Br. Ducanpass 8225 Br. P. Padella 8000 Br. Lunghinopass zw. Maloja und Septimer bei 8000 Br. Am Stelvio Furkahorn und Schyahorn 8370 Br.	Sass Corviglia 8813 Br.	—	—	—
A	— oppositifolia L. (Lavin. Fettan. Campsut. Engadin)	u	P. Cavradi Br. M. Uccello b. 8300 Br. Muretto 8050 Eroserfurka. Avers Forcellina Br. Beverserthal 8309 Laret 8000 Am Linard 8400	Kalfeusen 8714 Trinseralp M. Uccello 8591 Sureden 8527 Am P. Beverin Br. Lunghino 8558 Beverseralp 8600 P. Padella Br.	Mohrenkopf 9128 P. centrale Spitze d. Scesaplana 9200 Mor. P. Combio 9150 Br. Beverserb. 9266	Linard Lavirumsberg 9554 P. Pisoc 9786 Kill.	Linard 10100 Bernina 10667
		k	Livino 8300 Am P. Tasna Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Weisshorn Arosa Br.	Lavirumspass 8700 u. 8900 Am Umbrail 8600 und 8914 P. Lat 8621 Kill. C. di Sponda lunga 8767	Am P. Linard 9400 Minschun 9080–9454 M. Braulio 9134		
	var. compacta		—	—	—	—	P. Hot 10001 Br.
N	— biflora All. (Valserberg 7700, Safierberg 7600 Br.)	u	Flimserstein Bern. Valetta Jupperhorn 8158 Br. Am Uccello b. 8300 Br. Lunghinopass 8111 Br.	Duanapass Avers 8589 Br. Am Uccello 8594 Am Scopi	—	—	—
N	— aspera L. Dec. var. bryoides L.	u k	P. Cavradi 8060 Br. Flimserstein Bern. Val Calanka 8100 Br. Valetta 8144 Avers Br. Ducanpass Br.	Parpaner Rothhorn Br. Sureden 8527 Lunghino Duanapass 8589 Br. Beverseralp 8600 P. Languard	P. centrale P. Beverin P. Combio 9150 Br. Beverserberg 9266	P. Linard 9600 Lavirumserberg 9544 P. Lischanna 9544 Kill.	Linard 10100 u. 10200 P. Hot 10001 Br. P. Languard 10053 Br.

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
N	Saxifraga aspera L. Dec. var. bryoides L.		Beverserthal 8309 und 8456 Linard 8400 Scaletta 8062 Muretto 8500 Bernina 8070 Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Weisshorn Arosa Br. Schwarzhorn Eroserfurka P. da Musch Br. F. d. Commarina Br.	Palü 9000 Lavirumserpass 8700 Am Umbrail 8914 Stelvio 8600 C. di Sponda lunga 8767	Linard 9400 Minschun 9080 Cambrena 9041 Lavirums M. Braulio 9100 P. Umbrail 9340 P. Costainas 9233 C. di Sponda lunga 9074 Ciantun 9497	—	—
A	— stellaris L.	u	Valetta 8144 u. 8050 Beverseralp 8300 Scaletta 8062 Am Languard 8000	Duanapass Avers 8589 Br. Samnaunpass 8865 Br. Lavirums 8500	P. Combio 9150 Br.	—	—
		k	Livino 8300 Lavirums Bernina 8070 Weisshorn Arosa Br.	Stelvio Passhöhe 8600 Br.			
	var. nana		Calankeralpen Kummerhubel 8001 Br.	Trinseralp 8994 Scaradra Koell. Sass Corviglia 8813 Br.	—	—	—
a	— muscoides Wulf. (moschata Engl)	k	P. Toissa Br. Thäli Luekle Br. P. da Musch b. 8000 Br. Weisshorn Br.	M. Uccello 8594 Samnaunpass 8800	Mohrenkopf 9128 P. Beverin 9233 Br.	P. Pisoc 9786 P. Lischanna 9544 Kill.	—
		u	Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Laretalp 8100 Ducanpass 8225 Br. Fimberpass Br. Muretto 8050		Minschun 9454		
	var. atropurpurea Koch		—	Samnaunpass 8865 Br.	—	—	—
	var. acaulis Gaud.		—	M. Uccello			
	var. moschata Wulf.		Scaradra 8400 u. 8500 Forcellinapass	—	—	—	—
	var. integrifolia		Fimberpass 8020 Br. Am P. Beverin zw. 8000 u. 8500 Br.	—	—	—	—
N	— exarata Vill. (Urserenthal. Campsut)	u	P. Laiblau 8490 Br. P. da Musch 8339 Br. P. Cavradi 8068 Br. Am Stallaberg 8050 Forcellinapass Br. Bernina 8070 Am P. Linard 8400 Scaletta Grimsel Avers Br. P. della Commarina 8000—8110 Br.	Rothhorn 8927 Br. Sureden 8527 P. Lunghino 8558 Br. Lavirumspass 8700 Am Umbrail 8600 und 8914 Stelvio Passhöhe Br. Cima di Sponda lunga 8767 und 9074	P. centrale P. Hot 9500 Br. Beverserberg 9266 Bernina 9048 Lavirums P. Cotschen Kill. Umbrail 9340 M. Braulio 9100 P. Costainas 9233	Lavirums-berg 9554	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
	Saxifraga exarata Vill. var. acaulis	u	Beverserberg 8456	Stelvio	Am Umbrail 9231 Ciantun 9497		
	var. compacta Koch		Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Schwarzhorn 8200 Br. P. Combio östl. v. Misox 8500—9100 Br.	Am Lavirums 8900 Br.	P. Combio 9150 Br.	P. Hot 9800 Br.	P. Languard 10053 Br.
N	— stenopetala Gaud. (aphylla Stbg.) (Am Wormserjoch b. 6600 Br.)	k	Flimserstein Bern. N abfall des Padella Calandagipfel Weisshorn Arosa 8173 Br.	Am P. Padella 8500 bis 9000 Kr. Casanna Livino Br. Rothhorn Br.	M. Braulio 9134	—	
N	— planifolia Lap. (muscoides All. Engl.) (Valserberg. Rheinwald b. 6000)	u	Flimserstein Thäli Luekle Br. P. Padella b. 8000 Br. u. 8800 Br. Grath südl. d. Parpaner Rothhorn 7000 bis 8000 Br. Ducanpass 8225 Br. Furcahorn 8400 Br. Hochgrätli. Forcellina Br. Grimselpass Avers Br.	Beverseralp 8600 Am P. Bernina Albula	P. centrale	—	-
N	— Seguieri Spgl. (Splügen 5500) (Beverserthal 6900)	u	Flimserstein P. Laiblau Br. P. Toissa Br. Calandagipfel (Salis) Zw. Misox und Calanka 8324 Schwarzhorn 8280 Br. Canalalp 8100 Valetta 8144 Hochgrätli Br. Grimselpass Avers Br. Forcellinapass Br. Beverserthal 8300 Fimberpass Br. Scaletta 8062 P. Padella Br. Am P. Tasna Kill.	P. Beverin 8000 bis 9000 Br. Rothhorn 8927 Br. Sureden 8527 Canalpass 8792 Duanapass 8589 Br. Am Languard Lavirums 8700 und 8800 Stilfserjoch P. Lunghino Br.	P. centrale P. Hot bis 9500 Br. Minschun 9080	—	—
N	— androsacea L. (Valserberg 7711) (Rosetsch 7149) (Samnaunpass 7000)	k u	P. Toissa 8104 Br. Weisshorn Arosa 8173 Br. Avers, P. Padella Br. Livino 8300 Beverserthal 8309 und 8400 Stätzerhorn Br.	Stelvio 8660 C. di Sponda lunga 8767 Sass Corviglia 8813 Br.	Umbrail 9320 (Dr. Herm. Müller)	—	—
	— androsacea — Seguieri Br.		Am P. Padella 8470 Br.	—	—	—	—
a	— adscendens L. (controversa Sternb.)	k u	Livino 8300 Stallaberg bei 8500	Lavirumspass 8700 Br. Am Beverin Br.	—	—	—

		Gestein	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10001 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
	Onagrariae.						
a	Epilobium alpinum L.	u	Forcellinapass Avers 8000—8460 Br. Am P. Languard bei 8000 Br.	—	—	—	—
	Empetreae.						
a	Empetrum nigrum L.	u	Kummerhubel 8001 Br. Bernina 8070 Beverserthal 8300 P. Padella Br.	—	—	—	—
	Rhamneae.						
Sa	Rhamnus pumila L.	k	Bernina 8070	Am P. Padella bei 8600 Br.	—	—	—
	Dryadeae.						
Sa	Rosa alpina L.	u	Heuthal 8200	—	—	—	—
Sa	Potentilla aurea L.	u k	Scaradra 8400 u. 8500 Kummerhubel 8001 Br. Am Stallaberg 8050 Br. Bernina 8080 Am Languard bei 8385 Br. Livino 8300 P. Combio 8000 Br.	—	—	—	—
A	— alpestris Hall. fil.	u	Am P. Padella Bernina 8080 Schwarzhorn bei 8280 Br. Eroserfurka 8158 Br. Avers. Jupperhorn 8258 Br. Forcellinapass bei 8234 Br.	—	—	—	—
Sa	— grandiflora L.	u	Parpaner Rothhorn b. 8000 Br. Am Stelvio Tyroler Seite 8000 Br.	—	—	—	—
n	— frigida Vill.	u	Flimserstein 8250 Bern. Lavirums	Am Rothhorn 8960 Br. Sureden 8527 Grosshorn ob Cresta 8640 (Käser) Lavirumspass 8700 u. 8930 Br. Stelvio 8660 Am Umbrail 8314 C. di Spondalunga 8767	P. Cotschen 9325 Kill. Piz Umbrail 9100 u. 9340 P. Costainas 9233 Ciantun 9497	Am P. Languard bei 9800 Br.	—
a	— nivea L. (Felsen d. P. Champatsch ob Schuls Unterengad.) (Herb. Polyt. Helv.)		Zwischen P. Padella und P. Traisfluors 8300 Br.	—	Bernina Tschüffer 9200 Cav.	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Potentilla minima L.		Hochgräthli u. Jupperhorn 8258 Br. Urdenpass Br. Livino Fimberpass 8020 Br. Scaletta 8062 Br.	P. Padella 8800 Br. Sass Corviglia 8813 Br. Lavirums Br. Am Wormserjoch bei 8600 Samnaunpass 8865 Br.	—	—	—
a	Sibbaldia procumbens L.	u	Surcarungaspass Br. Weisshorn Arosa Br. Schwarzhorn Br. Stallaberg 8050 Avers Forcellinapass 8144 Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Beverserthal 8309 Scaletta 8062 Am P. Padella Bernina 8070 Lavirums 8500	Sureden 8527 Am Languard bei 9000 Br. Stelvio C. di Sponda lunga 8500	Lavirums 9200	—	—
a	Dryas octopetala L.	u k	Sascarungaspass Br. Eroserfurka 8158 Br. Livino 8300 Furcahorn 8400 Br.	P. Padella 8800 Br.	—	—	—
A	Geum montanum L.	u k	Scaradra 8400 bis 8500 Forcellinapass Br. Am Languard 8385 Br. Livino 8300 Bernina 8070	Sureden 8527 P. Lunghino 8558	—	—	—
N	— reptans L. (Canalalp 6000)	u k	Surcarungaspass 8125 Br. Weisshorn Arosa 8173 Br. Schwarzhorn P. Cavradi 8060 Br. Scaradra 8400 bis 8500 Avers Br. Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br. Beverserthal 8400 Am P. Padella Laret 8100 Livino 8300	Rothhorn 8927 Br. Lenzeralp Br. Am Languard Br. Beverseralp 8600 Samnaunpass 8800 Lavirums 8700 u. 8800 Am Umbrail 8600 u. 8914 P. Lat 8621 Kill. P. Combio 8500 u. 8800 Br.	P. Cotschen 9325 Kill. Lavirums 9200 M. Braulio 9100 C. di Sponda lunga 9074	Lavinerberg 9554 Lavirumsberg 9554 P. Lischanna 9544 Kill. P. Tasna 9756 Kill. Combrena 10000 Car. P. Hot 9800 Br.	—
E	Alchemilla vulgaris L. (Schaflager!)		Weisshorn Arosa 8173 Br.	—	—	—	—
E	—pubescens Hall. Koch		Parpaner Rothhorn bei 8000 Br. Forcellina Avers Br. Fimberpass Br.	Sureden 8527 Lavirums Br. Am P. Padella Br.	Am P. Languard bei 9500 Br.	—	—

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F. bis 11000 P. F.
a	Alchemilla fissa Sch.		Surcarungaspass Br. Thäli Lüekle Br. Hochgrätli 8126 Br. Forcellina Fimberpass 8000 Br. Bernina Duncanpass Br. Scaradra Kummerhubel Br. Küpfenfluh 8100 Br.	—	—	—	—
a	— pentaphyllea L.	u	Flimserstein Bernina 8070 Laret bei 8000 Am P. Beverin Scaletta Br.	Stelvio Höhe des Passes C. di Sponda lunga 8800	—	—	—
	Papilionaceae.						
E	Trifolium pratense L. var. alpicolum Heg.		Eroserfurka 8158 Br. Parpaner Rothhorn bei 8000 Br. P. Beverin Br. Fimberpass Br.	Lavirums Br.	—	—	—
Sa	— badium Schreb. var. nivale Brügg.	u	Am P. Beverin Br. M. Uccello 8000 Br. Am P. Languard 8000 Br.	—	—	—	—
A	— alpinum L.	u	Kummerhubel 8001 Br. Flessalp 8000 bis 8100	—	—		
a	— pallescens Schreb.		Flimserstein 8250 Bern.	—	—	—	—
Sa	— caespitosum Reyn.	u	Bernina Br.	—	—	—	—
E	— Lotus corniculatus L. var. alpinus Heg.	u	Flessalp 8000—8100 Forcellinapass bei 8100 Br.	—	—	—	—
E	Anthyllis vulneraria L. var. alpestris Heg.	u	Am Julier bei 8000 Br.	—	—	—	—
Sa	Phaca astragalina Dec.	u	Beverseralp Bernina Br.	Beverserthal 8600	—	—	—
a	— frigida L.	u	Am P. Beverin Br. Jupperhorn 8258 Br. Am Samnaunpass 8000 Br.	—	—		—
a	— australis		Weisshorn Arosa 8173 Br.	—	—	—	—
a	Oxytropis Halleri Bunge (uralensis Dec.) (Alp Urschein u. Remüs)		Fimberpass Br. Am Stelvio Am Umbrail	Am P. Languard bei 9000 Br.	—	—	—
m	— campestris L. sp.	u	Valettapass Am P. Padella Am Schwarzhorn Br. Schyahorn 8370 Br.	Sass Corviglia 8813 Br. Beverserthal			

		Gestein.	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	V. 9501 P. F. bis 10000 P. F.	V. 10001 P. F bis 11000 P. F.
m	Oxytropis montana L. sp.		St. Michel Br. Weisshorn Br. Ducanpass 8225 Br. Am P. da Musch 8000 Am P. Padella Alveneueralpen 8300 bis 8500 Br.	Sass Corviglia 8813 Br.	—	—	—
a	— lapponica Wahlb. Sp.	u	Surcarungaspass 8125 Br. Fimberpass Br. Am Padella Vulpius Am Umbrail	—	—	—	—
a	Hedysarum obscurum L.	u	Oberengadin bei 8200 Cav.	Samnaunpass (Stammerpass) 8865 Br.	—	—	—

Verzeichniss II.

Uebersicht der nivalen Flora der raetischen Alpen.

Arten (nicht Varietäten)	8000 bis 8500	8501 bis 9000	9001 bis 9500	9501 bis 10000	10001 bis 10500	10501 bis 11000	11001 bis 12000	Ueber 12000
Cupressineae	1	1	–	–	–	–	–	–
Gramineae	23	16	10	4	2	–	–	–
Cyperaceae	17	10	4	1	1	–	–	–
Juncaceae	8	4	2	2	–	–	–	–
Liliaceae	3	1	–	–	–	–	–	–
Colchicaceae	2	–	–	–	–	–	–	–
Orchideae	1	–	–	–	–	–	–	–
Salicineae	5	4	1	–	–	–	–	–
Polygoneae	4	3	2	–	–	–	–	–
Chenopodiaceae	1	1	–	–	–	–	–	–
Thymeleae	1	1	–	–	–	–	–	–
Santalaceae	1	–	–	–	–	–	–	–
Dipsaceae	1	–	–	–	–	–	–	–
Valerianeae	1	1	–	–	–	–	–	–
Plantagineae	2	–	–	–	–	–	–	–
Plumbagineae	1	1	–	–	–	–	–	–
Globularieae	1	–	–	–	–	–	–	–
Synanthereae	52	32	13	6	2	1	–	–
Campanulaceae	8	6	3	2	–	–	–	–
Vaccinieae	2	1	–	–	–	–	–	–
Ericaceae	4	1	–	–	–	–	–	–
Primulaceae	13	9	3	2	1	1	–	–
Lentibulariae	1	–	–	–	–	–	–	–
Labiatae	2	2	–	–	–	–	–	–
Scrophulariae	14	11	3	1	–	–	–	–
Borragineae	2	2	1	1	1	–	–	–
Gentianeae	12	8	4	2	1	–	–	–
Rubiaceae	2	1	–	–	–	–	–	–
Umbelliferae	2	2	1	–	–	–	–	–
Ranunculaceae	10	5	1	1	1	1	–	–
Papaveraceae	1	1	1	–	–	–	–	–
Polygalaeae	1	1	–	–	–	–	–	–
Cruciferae	17	14	8	3	1	–	–	–
Cistineae	2	2	–	–	–	–	–	–
Droseraceae	1	–	–	–	–	–	–	–
Violarieae	2	1	–	–	–	–	–	–
Paronychiae	1	–	–	–	–	–	–	–
Alsineae	16	14	7	2	2	–	–	–
Sileneae	6	4	2	1	1	–	–	–
Crassulaceae	6	3	1	–	–	–	–	–
Saxifrageae	16	15	11	5	3	1	–	–
Onagrariae	1	–	–	–	–	–	–	–
Empetreae	1	–	–	–	–	–	–	–
Rhamneae	1	1	–	–	–	–	–	–
Dryadeae	15	8	5	2	–	–	–	–
Papilionaceae	15	6	–	–	–	–	–	–
	294	194	84	34	16	4	–	–
Prof. Heer gibt die Zahlen	294	185	78	32	16	4	–	–

Der Unterschied scheint von einer ungleichen Werthung einzelner Formen als Art oder Varietät herzurühren.
Der Herausgeber.

Verzeichniss III.

Nivale Flora des Wallis und Chamonix.

(Riffel und Gornergrat nach den Verzeichnissen von D. Christ und Prof. Brügger. Das Verzeichniss des Herrn Ch. Ball, die genauen Höhenangaben enthaltend, liegt bei.)	Torrenthorn 9260 + von 8000 bis 9000 ++	Riffelhorn 8—9000 + Gornergrat 9—10000 ++	St Vincenthütte Mt Rosa 95-9800 +	Col de St Theodule 10318 +	Weissthor 11138 +	Mt Rosa 1) Nase A 10990 2) Nase B 11176 3) Firn Iosel 11462 4) St Vincent-Pyramide 11776	Gletscher-garten von Chamonix 8488 +	Grand Mulet Mt Blanc 9387 +	Varia
Cupressineae.									
Juniperus nana W.	–	++	–	–	–	1.	–	–	InderGadmen Mt Rosa 8500
Gramineae.									
Agrostis rupestris All.	–	++	+	–	–	–	+	+	
— alpina Scop.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Avena versicolor Vill.	–	–	–	–	–	–	+	–	
— subspicata L. sp.	+	++	+	+	–	–	+	+	
Poa alpina L. var. vivipara	+	++	+	–	+	–	+	+	
— caesia Sm.	–	–	–	–	–	–	–	+	
— laxa Haenke var. flavescens	+	++	+	+	+	1. 2	+	+	
— minor Gaud.	–	–	+	–	–	–	–	–	
— cenisia All.	–	++	–	–	–	–	–	–	
Festuca ovina L. var. violacea Gaud.	–	++	+	–	–	–	–	–	
var. alpina Gaud.	+	–	–	–	–	–	–	–	
— Halleri Vill.	–	+++	+	–	–	–	+	+	
— varia Hnke.	–	+	–	–	–	–	–	–	
Phleum alpinum L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Koeleria hirsuta Gd.	–	–	+	–	–	–	–	–	
Anthoxantum odoratum L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Nardus stricta L.	–	++	–	–	–	–	–	–	
Cyperaceae.									
Elyna spicata Schr.	–	+	+	–	–	–	–	–	
Carex rupestris All.	–	+++	–	–	–	–	–	–	
— nigra All.	++	+++	+	–	–	–	–	+	
— foetida Vill.	–	++	–	–	–	–	+	–	
— curvula All.	+	+++	–	–	–	–	+	–	
— bicolor All.	–	++	–	–	–	–	–	–	
— sempervirens Vill.	–	–	–	–	–	–	+	–	
— ferruginea Scop.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Juncaceae.									
Luzula spicata L. sp.	–	++	+	–	–	–	+	+	
— spadicea All. sp.	–	++	–	–	–	–	+	–	
— lutea All. sp.	–	++	–	–	–	–	+	–	
Juncus Jacquini L.	–	+	–	–	–	–	+	–	
— trifidus L.	–	++	–	–	–	–	+	–	

	Torrenthorn 9260 + von 8000 bis 9000 ++	Riffelhorn 8—9000 + Gornergrat 9—10000 ++	St Vincent-hütte Mt Rosa 95—9800 +	Col de St Theodule 10318 +	Weissthor 11138 +	Mt Rosa 1) Nase A 10990 2) Nase B 11176 3) Firnfusel 11462 4) St Vincent-Pyramide 11776	Gletscher-garten von Chamonix 8488 +	Grand Mulet Mt Blanc 9387 +	Varia
Liliaceae.									
Lloydia serotina L. sp.	–	++	–	–	–	–	–	–	
Salicineae.									
Salix herbacea L.	–	++	+	+	–	–	+	–	
— retusa L. var. serpyllifolia	–	++	–	–	–	–	–	–	
— reticulata L.	–	–	+	–	–	–	–	–	
Polygoneae.									
Oxyria digyna L. sp.	–	++	+	–	–	–	–	–	
Santalaceae.									
Thesium alpinum L.	–	+	–	–	–	–	–	–	
Plantagineae.									
Plantago montana Lam. — alpina L.	–	++	–	–	–	–	+	–	
Synanthereae.									
Adenostyles leucophylla W. sp.	–	++	–	–	–	–	+	–	
— alpina L. sp.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Homogyne alpina L. sp.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Aster alpinus L.	–	–	+	–	–	–	–	–	
Erigeron uniflorus L.	–	+	+	+	–	1	+	+	
— alpinus L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Solidago virgaurea cambrica Huds.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Gnaphalium supinum L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Antennaria dioica L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
— carpathica Whlg.	++	–	–	–	–	–	+	–	
Artemisia mutellina L.	–	+ ++	+	–	–	–	–	–	
— glacialis L.	–	++	–	–	–	–	–	–	
— spicata Jacq.	–	–	+	+	–	–	–	–	
Achillea nana L.	–	+ ++	–	–	–	–	–	–	
— moschata L.	–	+	–	–	–	–	–	–	
var. hybrida Gd.	–	+	+	–	–	–	–	–	
Chrysanthemum alpinum L.	+	+ ++	+	+	+	1.2	+	+	
var. minimum Gd.	–	–	–	+	–	–	–	–	
Arnica montana L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Senecio incanus L.	–	+ ++	–	–	–	–	+	–	
var. pygmaeus Br.	–	–	–	+	–	–	–	–	
— uniflorus All.	–	++	+	+	+	1	–	–	
Cirsium spinosissimum L.	–	–	–	–	–	–	+	–	Trugberg am Aletschgl.
Taraxacum officinale Wigg. var.	–	++	–	–	–	–	+	–	
Leontodon pyrenaicus Vill. sp.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Crepis aurea L. sp.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Hieracium angustifolium Hoppe	+	–	–	–	–	–	+	–	
— alpinum L.	–	++	–	–	–	–	+	–	
var. Halleri	–	–	–	–	–	–	+	–	
— glanduliferum Hoppe	+	–	–	–	–	–	+	–	

	Torrenthorn 9260 + von 8000 bis 9000 ++	Riffelhorn 8—9000 + Gornergrat 9—10000 ++	St Vincent-hütte Mt Rosa 95—9800 +	Col de St Theodule 10318 +	Weissthor 11138 +	Mt Rosa 1) Nase A 10990 2) Nase B 11176 3) Firn Insel 11462 4) St Vincent-Pyramide 11776	Gletscher-garten von Chamonix 8488 +	Grand Mulet Mt Blanc 9387 +	Varia
Campanulaceae.									
Phyteuma hemisphaericum L.	–	++	–	–	–	–	+	+	
— globulariaefolium Stbg.	–	++	+	+	–	–	–	–	
— humile Schl.	–	++	–	–	–	–	–	–	Matterhorn
Campanula barbata L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
— cenisia L.	–	++	–	–	–	–	–	–	Lötschenpass
— excisa Schl.	–	–	–	–	–	–	–	–	Simplon / Saasthal / Furca di Bosco
— Scheuchzeri Vill.	–	++	–	–	–	–	–	–	Zermatt 9018 B.
— pusilla Hke.	–	+	–	–	–	–	–	–	
Ericaceae.									
Azalea procumbens L.	–	++	–	–	–	–	–	–	
Vaccinium uliginosum L.	–	++	–	–	–	–	–	–	
Primulaceae.									
Soldanella pusilla L.	–	++	–	–	–	–	–	–	
Aretia vitaliana L. sp.	–	++	–	–	–	–	–	–	
Androsace carnea L.	–	++	–	–	–	–	–	–	C. Blanch 8000
— obtusifolia All.	+	++	–	–	–	–	–	–	Simplon
— chamaejasme Host.	–	++	–	–	–	–	–	–	
— glacialis Schl.	+	–	+	+	–	–	–	–	
— pubescens Dec.	–	–	–	–	–	–	–	+	
— helvetica L.	++	–	–	–	–	–	–	+	
— imbricata Lam.	–	++	–	–	–	–	–	–	
Primula viscosa Vill.	–	–	–	–	–	–	+	–	
— spec.	–	–	+	–	–	1	–	–	
Labiatae.									
Thymus serpyllum L.	–	–	–	–	–	–	–	–	Trugberg / Aletschgl.
Scrophulariieae.									
Linaria alpina L.	++	+	+	+	–	–	+	–	
var. concolor	–	++	–	–	–	–	–	–	
Veronica alpina L.	–	–	+	–	–	–	+	–	
— bellidioides L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Euphrasia Salisburgensis alpina L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
— minima Schl.	+	++	–	–	–	–	–	–	
Pedicularis verticillata L.	–	+	–	–	–	–	–	–	
Borragineae.									
Eritrichium nanum L. sp.	–	++	+	+	+	1	–	–	Riffel bei
Myosotis sylvatica alpestris Schm.	–	+	–	–	–	–	–	–	9081 B.
Gentianeae.									
Gentiana glacialis Schl.	–	++	–	–	–	–	–	–	
— verna L.	–	–	+	+	–	–	–	+	
— brachyphylla Vill.	+	++	–	–	–	–	–	–	
— bavarica L.	–	–	–	–	–	–	–	–	
var. imbricata	+	–	+	–	+	–	–	–	
— nivalis L.	–	++	–	–	–	–	–	–	

	Torrenthorn 9260 + von 8000 bis 9000 ++	Riffelhorn 8—9000 + Gornergrat 9—10000 ++	St Vincent-hütte Mt Rosa 95—9800 +	Col de St Theodule 10318 +	Weissthor 11133 +	Mt Rosa 1) Nase A 10990 2) Nase B 11176 3) Firn Insel 11462 4) St Vincent-Pyramide 11776	Gletscher-garten von Chamonix 8488 +	Grand Mulet Mt Blanc 9387 +	Varia
Gentiana acaulis L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
— excisa Pr.	–	–	–	–	–	–	+	–	
— purpurea L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Rubiaceae.									
Umbelliferae.									
Bupleurum stellatum L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Meum mutellina L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Gaya simplex L. sp.	+	++	–	–	–	–	+	–	
Ranunculaceae.									
Ranunculus glacialis L.	–	++	+	+	+	1.2	+	–	
var. a) holosericeus Gd.	–	–	–	+	–	–	–	–	
b) roseus Heg.	–	–	–	+	–	–	–	–	
— montanus L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Polygaleae.									
Polygala alpina Perrier et Songeon (P. glacialis Br.)	–	++	–	–	–	–	–	–	Engadin, Nufenenpass, Zermattb. 8000, Alpen v. Bex, St Bernhard
Cruciferae.									
Arabis coerulea Hnke.	–	++	–	–	–	–	–	–	
Cardamine alpina W.	+	+	–	+	–	–	+	+	
— resedifolia L.	–	+	–	–	–	–	+	+	
Braya pinnatifida Dc sp.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Erysimum helveticum Dec. var.	–	++	–	–	–	–	–	–	
Draba aizoides L.	–	+	–	–	–	–	–	–	
— Zahlbrukneri Host.	–	++	–	–	–	–	–	–	
— tomentosa Wahlbg.	–	–	–	+	–	–	–	–	
— frigida Saut.	–	–	–	–	–	–	+	+	
— Wahlenbergii Hartm. var. fladnizensis	–	++	–	–	–	–	–	+	
— Johannis Host.	–	++	–	–	–	–	–	–	
Petrocallis pyrenaica L. sp.	–	–	–	+	–	–	–	–	
Alyssum alpestre L.	–	++	–	–	–	–	–	–	
Thlaspi alpinum Jacq.	–	++	–	–	–	–	–	–	
— rotundifolium L. sp.	++	–	+	+	–	–	–	–	
var. corymbosum Gd.	–	+ ++	–	+	–	–	–	–	
var. cepaefolium Koch.	–	–	–	+	–	–	–	–	
Hutchinsia alpina L. sp.	++	–	–	–	–	–	–	–	
var. brevicaulis Hoppe	+	+ ++	+ –	–	–	–	–	–	
Cistineae.									
Helianthemum alpestre Scop.	–	+	–	–	–	–	–	–	
Violaceae.									
Viola biflora L.	–	++	–	–	–	–	–	–	
Paronychieae.									
Herniaria alpina Vill.	–	+ ++	–	–	–	–	–	–	

	Torrenthorn 9260 + von 3000 bis 9000 ++	Riffelhorn 8—9000 + Gornergrat 9—10000 ++	St Vincenthütte Mt Rosa 95—9800 +	Col de St Theodule 10318 +	Weissthor 11138 +	Mt Rosa 1) Nase A 10990 2) Nase B 11176 3) Firn Isel 11462 4) St Vincent-Pyramide 11776	Gletschergarten von Chamonix 8488 +	Grand Mulet Mt Blanc 9387 +	Varia
Alsineae.									
Sagina saxatilis Wimm.	−	−	−	−	−	−	+	−	
Cherleria sedoides L.	+	++	+	−	−	1.2.3.4.	−	−	
Alsine recurva All.	−	++	−	−	−	−	−	−	M. Fouly, Glacier de Pancy-
— biflora Whlbg.	−	−	−	−	−	−	−	−	rossaz, Alpes
— verna L.	−	−	−	−	−	−	−	−	de Bex.
var. subnivalis Hcg.	+	+	−	−	−	−	−	−	Gipfel d. Matt-
— aretioides M. & K. (herniarioides Rion.)	−	−	−	−	−	−	−	−	markberges (Vulpius). Ofenthal im Saas (Wallis, Muret)
Lepigonum rubrum L. sp.	−	−	−	−	−	−	+	−	
Arenaria serpyllifolia L. var. nivalis Godr. (Marschlinsii Koch)	−	++	−	−	−	−	+	−	
— ciliata L. var. multicaulis Wulf	−	++	−	−	−	−	−	−	
— biflora L.	−	−	−	−	−	−	+	−	
Stellaria cerastoides L.	−	−	−	−	−	−	+	−	
Cerastium latifolium L.	++	−	−	−	−	−	+	−	
var. glaciale Gd.	−	++	−+	+	−	−	−	−	
var. pedunculatum Gd.	++	+	−	−	−	−	−	−	
— alpinum L. var. lanatum Lam.	−	−	−	−	−	−	+	−	
— arvense L. var. strictum Hke.	−	++	−	−	−	−	−	−	
Caryophylleae.									
Lychnis alpina L.	−	+	−	−	−	−	−	−	
Silene rupestris L. var. subacaulis	−	−	−	−	−	−	+	−	
— acaulis L. var. exscapa All.	−	++	+	−	−	2.−	+	+	
— inflata L. var. alpina Heg.	−	++	−	−	−	−	−	−	
Crassulaceae.									
Sedum atratum L.	−	−	−	−	−	−	+	−	
— alpestre Vill.	−	−	−	−	−	−	+	−	
— annuum L.	−	−	−	−	−	−	+	−	
Sempervivum montanum L.	−	++	−	−	−	−	+	−	
— arachnoideum L.	−	−	−	−	−	−	+	−	
Saxifrageae.									
Saxifraga aizoides L.	−	−	+	−	−	−	−	−	
— oppositifolia L.	−	++	+	+	−	−	−	+	
var. Rudolphiana K.	+	−	−	−	−	−	−	−	
— Kochii Hornsch.	++	+	−	−	−	−	−	−	
— biflora All.	−	++	+	−	−	−	−	−	am Hörnli bei 8927 Ball.
— retusa Gouan	−	−	+−	−	−	−	−	−	
— aspera Dcc.	−	−	−	−	−	−	+	−	
var. bryoides L.	+	++	+	+	−	1.2	+	+	

	Torrenthorn 9260 + von 8000 bis 9000 ++	Riffelhorn 8—9000 + Gornergrat 9—10000 ++	St. Vincent-hütte M. Rosa 95—9800 +	Col de St. Theodule 10318 +	Weissthor 11138 +	M. Rosa 1) Nase A 10990 2) Nase B 11176 3) Firn Insel 11462 4) St. Vincent-Pyramide 11776	Gletscher-garten von Chamonix 8488 +	Grand Mulet M. Blanc 9337 +	Var.
Saxifraga stellaris L.	–	–	+	–	–	–	+	–	
— muscoides Wulf.	+	++	+	+	+	–	–	+	
— exarata Vill. var. atropurpurea	–	+ ++	+	+	–	–	–	+	
— planifolia Lap. var. exarata Br.	+	++	–	+	–	–	–	–	
— Seguierii Spr.	–	++	–	–	–	–	–	–	Gornergrat bei 9630 Ball.
— androsacea L.	–	–	–	–	–	–	–	–	Am Gornergrat 9017 Ball.
Onagrarieae.									
Epilobium alpinum L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Dryadeae.									
Potentilla aurea L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
— alpestris Hall. f.	–	–	–	–	–	–	+	–	
var. crocea	–	++	+	–	–	–	–	–	
— minima L.	–	++	–	–	–	–	–	–	
— grandiflora L.	–	++	–	–	–	–	+	–	
— frigida Vill.	–	+ ++	–	–	–	–	+	–	
— nivea L.	–	–	–	–	–	–	–	–	Bagnethal b. 9000. Hörnli Zermatt
— multifida L.	–	++	–	–	–	–	–	–	
Sibbaldia procumbens L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
Geum montanum L.	–	–	–	–	–	–	+	–	
— reptans L.	–	++	–	+	–	–	–	–	
var. villosum Br.	–	–	–	+	–	–	–	–	
Alchemilla fissa Sch.	+	–	–	–	–	–	+	–	
— pentaphylla L.	+	+ ++	–	–	–	–	+	–	
Papilionacea.									
Trifolium saxatile All.	–	+ ++	–	–	–	–	–	–	Am Matterhorn
— pallescens Schreb.	–	++	–	–	–	–	–	–	
— caespitosum Reyn.	–	++	–	–	–	–	–	–	
— alpinum L.	–	++	–	–	–	–	+	–	
Anthyllis vulneraria L. rubriflora	–	++	–	–	–	–	–	–	
Astragalus leontinus Wulf	–	–	–	–	–	–	+	–	Bagne d. Saas
Oxytropis lapponica Whlg.	–	++	–	–	–	–	–	–	Zermatt 8000
— Halleri Bnge.	–	+	–	–	–	–	–	–	
— campestris L. sp.	–	++	–	–	–	–	–	–	
— montana L. sp.	++	++	–	–	–	–	–	–	
— Gaudini Rent. (cyanea Koch)	–	++	–	–	–	–	–	–	Bagnethal
— neglecta Gay	–	–	–	–	–	–	–	–	Tunnel. Schwarz-See Zermatt bei 8000

Verzeichniss IV.

Verzeichniss der von Herrn John Ball am Riffel und Gornergrat über Zermatt beobachteten Pflanzen.

Die auf dem Hörnli gesammelten sind mit *H* bezeichnet.

Die mit ° bezeichneten Arten steigen nicht in die nivale Region (8000 P. F.) hinauf.	Untere Grenze.		Obere Grenze.		
	Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	
Juniperus nana W.	–	–	2900	8927	
°— sabina	–	–	2500	7695	
Agrostis rupestris Vill.	–	–	2880	8864	
— alpina Scop.	–	–	2800	8619	
Avena versicolor L.	–	–	2850	8773	II.
— subspicata L.	–	–	2750	8466	
Poa alpina L.	–	–	3000	9233	
— laxa Hke.	–	–	3120	9601	
— minor Gd.?	–	–	2750	8466	
— nemoralis Sm. (caesia)	–	–	2600	8004	
Festuca Halleri Vill.	–	–	3000	9233	
— violacea Gld.	–	–	2950	9081	
— ovina var. L.?	–	–	2750	8466	
— varia Hke.	–	–	2850	8773	
Phleum alpina L.	–	–	2600	8004	
Anthoxanthum odoratum L.	–	–	2600	8004	
Elyna spicata Schr.	–	–	2800	8619	
°Carex Davalliana Sm.	–	–	2550	7848	II.
— curvula All.	–	–	3050	9387	
— foetida L.	–	–	3000	9233	
— nigra All.	–	–	2830	8609	
°— atrata L.	–	–	2530	7788	
°— frigida	–	–	2466	7591	
Luzula lutea All.	–	–	2950	9081	
— spadicea All.	–	–	2900	8927	
Juncus Jacquini L.	–	–	2750	8466	
— trifidus L.	–	–	2800	8619	
— triglumis	–	–	2750	8466	
°Eriophorum polystoch.	–	–	2550	7849	
Rumex scutatus L.	–	–	2750	8466	
°— alpinus L.	–	–	2550	7849	
Oxyria reniformis Hook.	2600	8003	3000	9233	
Salix retusa L.	2400	7388	3050	9387	
— herbacea L.	2650	8157	3050	9387	
— reticulata L.	2600	8003	2900	8927	
°Euphorbia cyparissias L.	–	–	2500	7388	
°Thesium?	–	–	2540	7526	
Polygonum viviparum L.	–	–	2800	8619	
Plantago alpina L.	–	–	2750	8466	
Homogyne alpina L.	–	–	2870	8835	
Aster alpinus L.	–	–	2750	8466	
Erigone uniflorus L.	–	–	3000	9233	
Solidago virgaurea Hud.	–	–	2800	8619	
Gnaphalium supinum	–	–	2930	9017	

Die mit ° bezeichneten Arten steigen nicht in die nivale Region (8000 P. F.) hinauf.	Untere Grenze.		Obere Grenze.		
	Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	
Artemisia mutellina L.	–	–	2780	8556	
— glacialis L.	–	–	2820	8679	
— spicata Jacq.	2680	8250	2800	8619	II.
Achillea nana L.	2600	8003	3050	9387	
— moschata L.	–	–	2800	8619	
Chrysanthemum alpinum L.	–	–	3130	9477	
Aronicum glaciale ?	–	–	2750	8466	II.
°Arnica montana L.	–	–	2530	7788	
Senecio incanus L.	2200	6772	3050	9387	
Cirsium spinosissimum L.	–	–	2750	8466	
Leontodon pyrenaicum	–	–	2870	8986	
— Taraxaci Will.	2680	8250	2800	8619	
°— hispidum L.	–	–	2500	7695	
Centaurea phrygia L. ?	–	–	2600	8004	
Saussurea alpina L.	2400	7388	2750	8466	
Crepis aurea L.	–	–	2750	8466	
— jubata Koch	–	–	2750	8466	II.
Hieracium Pilosella L.	–	–	2770	8526	
— angustifolium Hoppe	–	–	2800	8619	
°— staticifolium All.	–	–	2500	7695	
— Schraderi ?	–	–	2750	8466	
— glanduliferum Hoppe	–	–	2800	8619	
Phyteuma haemisphericum L.	–	–	2840	8740	
— pauciflorum	–	–	2900	8927	
Campanula rotundifolia var. Scheuchzeri Vill.	–	–	2930	9018	
— pusilla Heg.	–	–	2900	8927	
— cenisia L.	2560	7880	2900	8927	
— barbata L.	–	–	2680	8249	
Vaccinium uliginosum L.	–	–	2820	8680	
Loiseleuria procumbens	–	–	2820	8680	
Androsace alpina (propinqua Gaud.)	2620	8065	3130	9326	
— obtusifolia All.	2400	7388	2930	9018	
Aretia Vitaliana L.	2680	8250	2800	8619	
Primula farinosa L.	–	–	2750	8466	
— viscosa Will.	–	–	2800	8619	
Thymus serpyllum L.	–	–	2950	9081	
°Calamintha alpina L.	–	–	2500	7695	
°Rhinanthus crista galli var.	–	–	2520	7757	
°Melampyrum sylvaticum L.	–	–	2520	7757	
Linaria alpina L.	–	–	3000	9235	
Veronica saxatilis L.	–	–	2800	8619	
— bellidioides L.	–	–	2750	8466	
— alpina L.	–	–	3050	9387	
Euphrasia officinalis L. var.	–	–	2800	8619	
Bartsia alpina L.	–	–	2680	8249	
Pedicularis verticillata L.	–	–	2680	8249	
— rostrata L.	–	–	3000	9235	
— tuberosa L.	–	–	2620	8065	
Myosotis alpestris Schm.	–	–	2950	9081	
Eritrichium nanum Vill.	2800	8619	3100	9841	
Gentiana verna L.	–	–	2750	8466	
— brachyphylla Vill,	–	–	3050	9386	
— germanica Willd.	–	–	2750	8466	
— tenella	2680	8250	2800	8619	
— purpurea L.	–	–	2750	8466	

Die mit ° bezeichneten Arten steigen nicht in die nivale Region (8000 P. F.) hinauf.	Untere Grenze.		Obere Grenze.		
	Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	
Galium helveticum Wieg?	–	–	2900	8927	
Gaya simplex L.	–	–	2930	9018	
Bupleurum ranunculoides var.	–	–	2750	8466	
Anemone alpina L.	–	–	2600	8004	
— vernalis L.	–	–	2600	8004	
Ranunculus montanus L.	–	–	2650	8158	
— glacialis L.	2750	8342 R.	3050	9388	R. Riffel.
	2600	8004 H.			H. Hörnli.
°Valeriana tripteris L.	–	–	2500	7695	S. Simplon.
Arabis alpina L.	–	–	2850	8773	
— coerulea Hke.	2600	8004	3000	9235	
Cardamine alpina Will.	2600	8004	2850	8773	
Draba aizoides L.	–	–	3000	9235	
Thlaspi sylvium Gaud.	2600	8004	2800	8619	
— rotundifolium L.	2450	7542	3130	9630	
Biscutella laevigata L.	–	–	2800	8619	
Hutchinsia alpina var. brevicaulis	2600	8004	3050	9388	
Helianthemum vulgare Desf.	–	–	2800	8619	
Parnassia palustris L.	–	–	2620	8064	
°Cotoneaster vulgaris Lindt	–	–	2400	7388	
Viola calcarata L.	–	–	2700	8312	
— biflora	–	–	2750	8466	
Herniaria alpina Vill.	–	–	2800	8619	
Sagina Linnei	–	–	2600	8004	
Cherleria sedoides L.	–	–	3050	9388	
Arenaria ciliata L.	–	–	2900	8927	
— verna	–	–	3000	9235	
— recurva	–	–	2860	8803	
Cerastium trigynum	–	–	2930	9017	
— arvense L. var.	–	–	2900	8927	
— latifolium L. var.	2600	8004	3130	9635	Am Simplon hinab bis 8004
°Dianthus atrorubens Jacq. var.	–	–	2530	7788	
°— sylvestris Wulf var.	–	–	2450	7542	
Lychnis alpina L.	2500	7696	2750	8466	
°Silene inflata Sm.	–	–	2550	7850	
— rupestris L.	–	–	2800	8619	
— acaulis L. excapa All.	–	–	3070	9450	
Sedum rhodiola	–	–	2600	8004	
— atratum L.	–	–	2800	8619	
— repens Schl.	–	–	3000	9235	
Sempervivum arachnoideum L.	–	–	2800	8619	
Saxifraga planifolia L.	–	–	2720	8373	
— moschata Wulf	–	–	2930	9019	
— aizoides L.	–	–	2800	8619	
— oppositifolia L.	–	–	3050	9388	
— biflora All.	2550	7849	2900	8927	
— aizoon L.	–	–	2750	8466	H.
— stellaris L.	–	–	2800	8619	
°— aspera L.	–	–	2550	7850	
— bryoides L.	2100	6464	3100	9543	
— Seguieri Spl.	2400	7380	3130	9635	
— androsacea L.	–	–	2930	9019	
Epilobium alpinum L.	–	–	2800	8619	
— alsinefolium	–	–	2750	8466	
Potentilla aurea L.	–	–	2800	8619	

Die mit ° bezeichneten Arten steigen nicht in die nivale Region (8000 P. F.) hinauf.	Untere Grenze.		Obere Grenze.		
	Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	
Potentilla Salisburgensis Hke. var. . .	2400	7388	2850	8773	
— frigida Vill.	2700	8311	2930	9019	
Dryas octopetala L.	–	–	2750	8466	
Geum montanum L.	–	–	2800	8619	
Alchemilla vulgaris var. L.	–	–	2840	8742	
— pentaphyllea L.	–	–	2930	9019	
Trifolium alpinum L.	–	–	2780	8556	
— Thalii Vill.?	–	–	2800	8619	
— badium Schr.	1520	4679	2750	8466	
°Geranium sylvaticum L.	–	–	2440	7511	
Astragalus leontinus Wulf.? . . .	–	–	2620	8064	
°Anthyllis vulneraria L.	–	–	2550	7850	
Lotus corniculatus L.	–	–	2900	8927	
Hippocrepis comosa L.	–	–	2800	8619	
Oxytropis campestris Dec.	–	–	2800	8619	
— foetida Dec.	–	–	2750	8466	
— Gaudini Bgn.	2700	8311	2800	8619	
	2600	8004	–	–	H.
— lapponica Gaud.	2700	8311	2800	8619	

Verzeichniss V.

Nivale Pflanzen der Berner Alpen.

	Faulhorn 8000 P. F. bis 8265 F.	Gaulipass 10080 P. F. (3274 M.)	Ewigschnechorn 10468 P. F. (3400 M.)	Finsteraarhorn [1] Südwestabdachung 10313 P. F. (3350 M.) [2] bis 12313 (4000 M.) [3] bis 13143 (4270 M.)
Gramineae.				
Agrostis rupestris All.	+	–	–	–
— alpina Scop.	+	–	–	–
Avena versicolor Vill.	+	–	–	–
— subspicata L. sp.	+	–	–	–
Poa alpina L. vivipara	+	–	–	–
brevifolia Gd.	+	–	–	–
— laxa Haenke	+	+	+	1
— annua L. varia	+	–	–	–
Sesleria coerulea L.	+	–	–	–
Festuca pumila Vill.	+	–	–	–
— ovina L. violacea Gaud.	+	–	–	–
— Halleri Vill.	+	–	–	–
Phleum alpinum L.	+	–	–	–
Cyperaceae.				
Elyna spicata Schr.	+	–	–	–
Carex nigra All.	+	–	–	–
— foetida Vill.	+	–	–	–
— lagopina Whlg. (Guttn. u. Fischer)	+	–	–	–
— curvula All.	+	–	–	–
— sempervirens Vill.	+	–	–	–
— rupestris All. (Hegetschw. u. Fischer)	+	–	–	–
Juncaceae.				
Luzula spicata L. sp.	+	–	–	–
— spadicea All. sp.	+	–	–	–
Juncus Jacquini L.	+	–	–	–
Liliaceae.				
Lloydia serotina L. sp.	+	–	–	–
Salicineae.				
Salix herbacea L.	+	–	–	–
— retusa L.	+	–	–	–
Polygoneae.				
Oxyria digyna L. sp.	+	–	–	–
Polygonum viriparum L.	+	–	–	–
Rumex nivalis Heg. (Hegetschw., Fischer)	+	–	–	–
Dipsaceae.				
Scabiosa lucida Vill.	+	–	–	–

	Faulhorn 8000 P. F. bis 8265 F.	Gaulipass 10080 P. P. (3274 M.)	Ewigschneehorn 10468 P. F. (3400 M.)	Finsteraarhorn [1] Südwestabdachung 10313 P. F. (3350 M.) [2] bis 12313 (4000 M.) [3] bis 13143 (4270 M.)	
Plantagineae.					
Plantago montana Lam.	+	–	–	–	
— alpina L.	+	–	–	–	
Synantherae.					
Homogyne alpina L. sp.	+	–	–	–	
Aster alpinus L.	+	–	–	–	
Erigeron uniflorus L.	+	–	–	–	
— alpinus L.	+	–	–	–	
Gnaphalium supinum L.	+	–	–	–	
Artemisia spicata Jacq.	+	–	–	–	
Achillea atrata L.	+	–	–	3	
Chrysanthemum alpinum L.	+	+	–	1	
— leucanthemum L.	+	–	–	–	
Acronicum scorpioides L. sp.	+	–	–	–	
Cirsium spinosissimum L.	+	–	–	–	
Taraxacum officinale Wigg. var.	+	–	–	–	
Leontodon hispidus L. sp.	+	–	–	–	
Crepis aurea L. sp.	+	–	–	–	
Campanulaceae.					
Phyteuma hemisphaericum L.	+	–	–	–	
Campanula pusilla Hke.	+	–	–	–	
— Scheuchzeri Vill.	+	–	–	–	
Ericaceae.					
Azalea procumbens L. (Guttn.)	+	–	–	–	
Primulaceae.					
Soldanella pusilla Baumg.	+	–	–	–	
Androsace obtusifolia All.	+	–	–	–	
— chamaejasme Host.	+	–	–	–	
— glacialis Schl. sp.	+	+	–	–	Lauteraarhorn 12445 Schreckhorn
— pubescens Dec.	+	–	–	–	
— helvetica L. sp.	+	–	–	–	
— imbricata Lam.	–	–	+	–	
Primula farinosa L.	+	–	–	–	
— viscosa Vill. (Guttn.)	+	–	–	–	
Labiatae.					
Thymus serpyllum L.	+	–	–	–	
Scrophulariieae.					
Linaria alpina L.	+	–	–	–	
Veronica alpina L.	+	–	–	1	
— saxatilis L.	+	–	–	–	
— bellidioides L.	+	–	–	–	
— aphylla L.	+	–	–	–	
— serpyllifolia L.	+	–	–	–	
Euphrasia minima Schl.	+	–	–	–	
Pedicularis versicolor. Whlg.	+	–	–	–	
— verticillata L.	+	–	–	–	

	Faulhorn 8000 P. F. bis 8265 F.	Gaulipass 10080 P. F. (3274 M.)	Ewigschneehorn 10468 P. F. (3400 M.)	Finsteraarhorn [1] Südwestabdachung 10313 P. F. (3350 M.) [2] bis 12313 (4000 M.) [3] bis 13143 (4270 M.)	
Borragineae.					
Myosotis sylvatica alpestris . . .	+	-	-	-	
Gentianeae.					
Gentiana campestris L.	+	-	-	-	
— glacialis Thom.	+	-	-	-	
— verna L.	+	-	-	-	
— brachyphylla Vill. (Guttn.) . . .	+	-	-	-	
— bavarica L.	+	+	-	-	
— nivalis L.	+	-	-	-	
— acaulis L.	+	-	-	-	
— excisa Pr.	+	-	-	-	fast auf der Spitze Guttn.
Rubiaceae.					
Galium sylvestre alpestre Gaud. . .	+	-	-	-	
— helveticum Weig.	+	-	-	-	
Umbelliferae.					
Meum mutellina L.	+	-	-	-	
Gaya simplex L. sp.	+	-	-	-	
Carum carvi L.	+	-	-	-	
Ranunculaceae.					
Ranunculus alpestris L.	+	-	-	-	
— glacialis L.	+	+	-	2 . 3	
— montanus Willd.	+	-	-	-	
Aconitum Napellus L.	+	-	-	-	
Cruciferae.					
Arabis alpina L.	+	-	-	-	
— Gerardi Bess.	+	-	-	-	
Cardamine alpina W. (bellidifolia Scop.) .	+	-	-	-	
Draba aizoides L.	+	-	-	-	
— frigida Saut.	-	-	-	1	
— Wahlenbergii Hartm. var. fladniziensis Wulf . . .	+	-	-	-	
Thlaspi rotundifolium L. sp. . . .	+	-	-	-	
Capsella bursa pastoris L.	+	-	-	-	
Hutchinsia alpina L. sp.	+	-	-	-	
Cistineae.					
Helianthemum alpestre Scop. . . .	+	-	-	-	
Violarieae.					
Viola calcarata L.	+	-	-	-	
Alsineae.					
Alsine verna L.	+	-	-	-	
Cherleria sedoides L.	+	-	-	-	
Moehringia polygonoides Wulf sp. . .	+	-	-	-	
Arenaria ciliata L.	+	-	-	-	
— biflora L.	+	-	-	-	

	Faulhorn 8000 P. F. bis 8265 F.	Gaulipass 10080 P. F. (3274 M.)	Ewigschneehorn 10468 P. F. (3400 M.)	Finsteraarhorn [1] Südwestabdachung 10313 P. F. (3350 M.) [2] bis 12313 (4000 M.) [3] bis 13143 (4270 M.)
Stellaria cerastoides L.	+	–	–	–
Cerastium arvense L. strictum	+	–	–	–
— latifolium L.	+	–	–	–
Spergula saginoides L.	+	–	–	–
Caryophylleae.				
Silene inflata L. sp.	+	–	–	–
— acaulis L.	+	+	1	–
Crassulaceae.				
Sedum atratum L.	+	–	–	–
— alpestre Vill.	+	–	–	–
Saxifrageae.				
Saxifraga Aizoon L.	+	–	–	–
— oppositifolia L.	+	+	–	–
— bryoides L.	+	+	–	1.3
— stellaris L.	+	–	–	–
— muscoides Wulf.	+	–	–	1.3
— exarata Vill.	+(?)	–	–	–
— planifolia Lap.	+	–	–	–
— Seguieri Spr.	+	–	–	–
— androsacea L.	+	–	–	–
Onagrarieae.				
Epilobium origanifolium Lam. (Guttn.)	+	–	–	–
Dryadeae.				
Potentilla aurea L.	+	–	–	–
— alpestris Hall. f.	+	–	–	–
— grandiflora L.	+	+	–	–
— frigida Vill.	+	–	–	–
Sibbaldia procumbens L.	+	–	–	–
Dryas octopetala L.	+	–	–	–
Geum reptans L.	+	–	–	–
— montanum L.	+	–	–	–
Alchemilla pubescens Hall.	+	–	–	–
— fissa Sch.	+	–	–	–
— pentaphyllea L.	+	–	–	–
— alpina L.	+	–	–	–
Leguminosae.				
Trifolium pratense L.	+	–	–	–
— caespitosum Regn.	+	–	–	–
— badium Schreb.	+	–	–	–
Phaca astragalina Dec.	+	–	–	–
Oxytropis lapponica Whlg. sp.	+	–	–	–
— campestris L. sp.	+	–	–	–
Hedysarum obscurum L.	+	–	–	–

Verzeichniss VI.

Nivale Flora der Glarner-Alpen.

	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	Von 9501 P. F. bis 10000 P. F.
Avena subspicata L. sp. .	Südseite des Tödi 8200	—	—	—
Poa laxa Hke.	Grätli unter Hausstock 8000	Kärpfstock 8613	Vorab 9346	—
Festuca pumila Vill. . .	id.	—	—	—
Luzula spadicea All. sp. .	Am Glärnisch bei 8000	—	—	—
Aronicum glaciale Wulf sp.	Vorab bei 8000	—	—	—
Hieracium angustifolium Hoppe	Am Hausstock bei 8000	—	—	—
— alpinum L.	id.	—	—	—
Phyteuma globulariae-folium Sternb.	id.	—	—	—
Campanula cenisia L. . .	Martinsloch	Sandgrat	—	—
Soldanella pusilla Baumg.	Am Kärpf?	Am kleinen Tödi 8700	—	—
Androsace glacialis Schl. sp. (7400—9800)	Am Hausstock 8438 Martinsloch Sandalp	Vorab Am Hausstock Sandgrat 8700	Vorab 9346	Hausstock 9715
— helvetica L. sp. . . . (6200—8700)	Seginas Martinsloch	Sandgrat 8700	—	—
— Heerii Heg. . . . . (Unter Martins-loch (8600–7800)	Windgelle bei 8169 (Buser)	—	—	—
Primula viscosa Vill. . .	Sandalp bei 8000	—	—	—
Veronica alpina L. . . .	Am Glärnisch bei 8000	—	—	—
Gentiana bavarica L. var. imbricata Fr. .	Segnias 8000	Sandgrat 8700 Kärpfstock 8613	—	—
— glacialis Thom. . . .	Am Vorab 8000	—	—	—
Pleurogyne caranthiaca (Kisten Scheidegg 7397)	—	Kistengrat 8650	—	—
Gaya simplex L.	Am Kärpf	Kärpfstock 8613	—	—
Ranunculus glacialis L. .	Vorab Am Hausstock 8438 Martinsloch	Sandgrat 8700	—	—
Cardamine alpina W. . .	Am Glärnisch bei 8000	—	—	—
Draba tomentosa Whlg. .	id.	—	—	—
— Wahlenbergi Hartm. var. lapponica W. .	Martinsloch	Rüche Glärnisch 8967	—	—
Thlaspi rotundifolium L. sp.	Vorab	Rüche Glärnisch 8967	—	—

	Von 8000 P. F. bis 8500 P. F.	Von 8501 P. F. bis 9000 P. F.	Von 9001 P. F. bis 9500 P. F.	Von 9501 P. F. bis 10000 P. F.
Hutchinsia alpina L. sp. .	Hangete am Glärnisch 8000	—	—	—
Arenaria ciliata L. var. multicaulis Wolf	Vorab	—	—	—
— biflora L.	Am Glärnisch b. 8000 Am Hausstock 8000	—	—	—
Cherleria sedoides L. . .	Vorab	Sandgrat 8700		—
Cerastium latifolium L. var. glaciale Gaud. .	Bündnerberg 8000	Vorab Kärpf 8613 Sandgrat 8700 Graue Hörner 8787 (Custer)	Vorab	—
Silene acaulis L. var. excapa	Am Kärpf	Kärpf 8613 Sandgrat 8700	—	—
Saxifraga aizoon L. var. .	Sandalp	Sandgrat 8700 Clariden 8600	—	—
— caspia L. var. minima .	Sandalp	Sandgrat 8700	—	—
— oppositifolia L. . . .	Am Glärnisch 8000	Sandgrat 8700 Vorab 8600	Vorab 9346	—
— Kochii Hornsch . . .	Am Hausstock und Segnias 8000	—	—	—
— bryoides L.	Am Hausstock bei 8338	Kärpf 8613 Vorab bei 9000 Sandgrat 8700	—	—
— muscoides Wulf . . .	Hangete am Glärnisch 8000 Hausstock	Vorab bei 8600 Sandgrat 8700	—	—
— exarata Vill.	Zutreibestock 8442 Geissbützi (Heg.)	—	—	—
var. acaulis Gd. . .	—	Am Tödi 8700 (Heg.)	—	—
— androsacea L.	Am Hausstock bei 8000	—	—	—
— Seguieri Spr.	Sandalp	Sandgrat 8700	—	—
— stenopetala Gaud. . .	Segniaspass 7800—8000 Geissbützi u. Zutreibstock 8442	Vorab bei 8600	—	—
— planifolia Lap. . . .	Am Kärpf	Kärpf bei 8600	—	—
Potentilla minima Hall. f.	Segnias bei 8000	—	—	—
— frigida Vill.	Am Vorab bei 8000	Sandgrat 9700 (Heg.)	—	—
	42	24	4	1

Verzeichniss VII.

Nivale Flora der Schweiz.

a = Graubünden. — *b* = Wallis. — *c* = Chamounix. — *d* = Berneralpen. — *e* = Glarus.

	I 8000 bis 8500 P. F.	II 8501 bis 9000 P. F.	III 9001 bis 9500 P. F.	IV 9501 bis 10000 P. F.	V 10001 bis 10500 P. F.	VI 10501 bis 11000 P. F.	VII 11001 bis 12000 P. F.	VIII Ueber 12000 P. F.
Cupressineae.								
Juniperus nana Willd.	*a*	*ab*	*x*	*b*	*x*	*b*	–	–
Gramineae.								
Agrostis rupestris All.	*adc*	*ab*	*acx*	*b*	–	–	–	–
— alpina Scop.	*adc*	*ab*	–	–	–	–	–	–
Avena distichophylla Vill.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— versicolor Vill.	*adbc*	*ac*	–	–	–	–	–	–
— subspicata L. sp.	*abde*	*a*	*ac*	*ab*	*b*	*b*	–	–
Aira caespitosa var. alpina	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Poa alpina L.	*adc*	*a*	*abc*	*b*	*x*	*b*	*b*	–
— caesia Sm. var. aspera Gaud.	*b*	*a*	*c*	*x*	*x*	*b*	–	–
— laxa Hke.	*adce*	*ae*	*ace*	*ab*	*abd*	*b*	*b*	–
— minor Gaud.	*ab*	*a*	*a*	*b*	–	–	–	–
– cenisia All.	*a*	*x*	*x*	*b*	–	–	–	–
— annua varia	*ad*	–	–	–	–	–	–	–
Sesleria coerulea L.	*adb*	*a*	–	–	–	–	–	–
— disticha Pers.	*a*	*a*	*a*	*a*	*a*	–	–	–
Festuca pumila All.	*ade*	*a*	*a*	–	–	–	–	–
— pilosa Hall. f.	*x*	*x*	*x*	*a*	–	–	–	–
— ovina L. var. violacea Gd.	*ad*	*x*	*ab*	*b*	–	–	–	–
— — var. alpina Gd.	*a*	*a*	*b*	–	–	–	–	–
— Halleri Vill.	*adc*	*ac*	*ab*	*ab*	–	–	–	–
— rubra var. alpina Wilk.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— heterophylla var. nigrescens Lam.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— varia Hke.	*b*	*b*	–	–	–	–	–	–
Phleum alpinum L.	*adbc*	*a*	–	–	–	–	–	–
— — var. commutatum Gd.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Koeleria hirsuta Gaud.	*ab*	*x*	*x*	*b*	–	–	–	–
Nardus stricta L.	*a*	*x*	*x*	*b*	–	–	–	–
Anthoxanthum odoratum L.	*abc*	–	–	–	–	–	–	–
Cyperaceae.								
Elyna spicata Schr.	*ad*	*ab*	*a*	*b*	–	–	–	–
Kobresia caricina Willd.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Carex mucronata All.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— lagopina Whlbg.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— Persoonii Sieb.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— rupestris All.	*a*	*a*	*x*	*b*	–	–	–	–
— nigra All.	*adb*	*a*	*c*	*b*	–	–	–	–
— ericetorum Pall. membrancea H.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— atrata L.	*a*	*a*	*a*	–	–	–	–	–
— bicolor All.	*x*	*x*	*b*	*b*	–	–	–	–
— curvula All.	*adc*	*ab*	*b*	*ab*	*a*	–	–	–
— foetida All.	*adc*	*x*	*b*	–	–	–	–	–
— frigida All.	*ab*	*a*	–	–	–	–	–	–

	I 8000 bis 8500 P. F.	II 8501 bis 9000 P. F.	III 9001 bis 9500 P. F.	IV 9501 bis 10000 P. F.	V 10001 bis 10500 P. F.	VI 10501 bis 11000 P. F.	VII 11001 bis 12000 P. F.	VIII Ueber 12000 P. F.
Carex firma Host.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— sempervirens Vill.	*adc*	*ab*	*a*	–	–	–	–	–
— ferruginea Scop.	*c*	–	–	–	–	–	–	–
— ustulata Wahlbg.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— panicea L. var.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Eriophorum Scheuchzeri Hoppe	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Juncaceae.								
Luzula multiflora var. nigricans Dav.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— spicata L. sp.	*adce*	*a*	*c*	*abc*	–	–	–	–
— spadicea All. sp.	*adc*	*ab*	*a*	*ab*	–	–	–	–
— lutea All. sp.	*ac*	*a*	*b*	*b*	–	–	–	–
Juncus Jacquini L.	*adbc*	*a*	*b*	–	–	–	–	–
— trifidus L.	*abc*	*b*	*x*	*b*	–	–	–	–
— triglumis L.	*ab*	–	–	–	–	–	–	–
— arcticus Willd.	*ab*	–	–	–	–	–	–	–
Liliaceae.								
Gagea Liotardi Schult.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Lloydia serotina L. sp.	*ad*	*a*	*x*	*b*	–	–	–	–
Lilium Martagon L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Colchicaceae.								
Tofieldia borealis Wahlg.	*ab*	–	–	–	–	–	–	–
— calycina var. glacialis Gaud.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Orchideae.								
Chamaeorchis alpina L. sp.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Salicineae.								
Salix herbacea L.	*adc*	*a*	*ab*	*b*	*b*	–	–	–
— retusa L.	*ad*	*a*	*b*	–	–	–	–	–
— — var. serpyllifolia Scop.	*a*	*a*	*b*	*b*	–	–	–	–
— reticulata L.	*a*	*ab*	*x*	*b*	–	–	–	–
— Lapponum L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— arbuscula L.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
Polygoneae.								
Oxyria digyna L. sp.	*ad*	*a*	*ab*	*b*	–	–	–	–
Rumex scutatus L.	*b*	–	–	–	–	–	–	–
— nivalis Heg.	*ad*	*a*	–	–	–	–	–	–
— alpinus L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Polygonum viviparum L.	*ad*	*ab*	*a*	–	–	–	–	–
Chenopodiaceae.								
Blitum bonus Henricus L. sp.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
Santalaceae.								
Thesium alpinum L.	*ab*	–	–	–	–	–	–	–
Thymeleae.								
Daphne striata Tratt.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
Valerianeae.								
Valeriana supina L.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–

	I 8000 bis 8500 P. F.	II 8501 bis 9000 P. F.	III 9001 bis 9500 P. F.	IV 9501 bis 10000 P. F.	V 10001 bis 10500 P. F.	VI 10501 bis 11000 P. F.	VII 11001 bis 12000 P. F.	VIII Ueber 12000 P. F.
Dipsaceae.								
Scabiosa columbaria L. var. lucida Vill. .	*ad*	–	–	–	–	–	–	–
Plantagineae.								
Plantago montana Lam.	*ad*	–	–	–	–	–	–	–
— alpina L.	*adbc*	*x*	*x*	*b*	–	–	–	–
Plumbagineae.								
Armeria alpina Hoppe	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
Globularieae.								
Globularia cordifolia L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Synanthereae.								
Adenostyles leucophylla Willd. . . .	*ac*	*a*	*x*	*b*	–	–	–	–
— alpina L. sp.	*ac*	–	–	–	–	–	–	–
hybrida Dec.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Homogyne alpina L. sp.	*adc*	*ab*	–	–	–	–	–	–
Aster alpinus L.	*adb*	*a*	*x*	*b*	–	–	–	–
Erigeron uniflorus L.	*adc*	*a*	*abc*	*ab*	*b*	–	–	–
— alpinus L.	*adc*	–	–	–	–	–	–	–
Solidago virgaurea cambrica Hud. . .	*ac*	*ab*	–	–	–	–	–	–
Gnaphalium supinum L.	*adc*	*a*	*ab*	–	–	–	–	–
— norwegicum Gunn.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— Hoppeanum Koch	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
Antennaria dioica L. sp.	*ac*	*a*	–	–	–	–	–	–
— carpathica Whlg.	*ac*	*a*	*x*	*b*	–	–	–	–
Leontopodium alpinum Call. . . .	*ab*	*a*	–	–	–	–	–	–
Artemisia mutellina L.	*a*	*ab*	*ad*	*b*	*a*	–	–	–
— glacialis L.	*b*	*b*	*x*	*b*	–	–	–	–
— spicata Jacq.	*ad*	*ab*	*ad*	*a*	*d*	–	–	–
Achillea nana L.	*a*	*a*	*adb*	*ab*	–	–	–	–
— moschata L.	*a*	*b*	*ad*	*x*	*d*	–	–	–
— — var. hybrida Gaud.	*x*	*b*	–	–	–	–	–	–
— atrata L.	*ad*	*a*	*x*	*x*	*x*	*x*	*x*	*d*
Chrysanthemum alpinum L. . . .	*adc*	*ab*	*abc*	*ab*	*adb*	*b*	*b*	–
— Halleri Sut.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— leucanthemum L.	*d*	–	–	–	–	–	–	–
Arnica montana L.	*ac*	*a*	–	–	–	–	–	–
Aronicum scorpioides L. sp. . . .	*ad*	*a*	–	–	–	–	–	–
— glaciale Wulf	*abc*	*a*	*a*	–	–	–	–	–
— Clusii All. sp.	*a*	*a*	*a*	–	–	–	–	–
Senecio carniolicus Willd.	*a*	*a*	*a*	*a*	–	–	–	–
— incanus L.	*cd*	*b*	*b*	*b*	–	–	–	–
— uniflorus All.	*b*	*x*	*x*	*b*	*c*	*b*	–	–
— Doronicum L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— abrotanifolius L	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Cirsium spinosissimum L.	*adbc*	*a*	*a*	–	–	–	–	–
Centaurea nervosa Willd.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Saussurea alpina L. sp.	*ab*	–	–	–	–	–	–	–
— discolor L. sp.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
Taraxacum officinale Wigg. alpinum Hoppe	*adbc*	*a*	*a*	*x*	*b*	–	–	–
Leontodon Taraxaci Willd. . . .	*a*	*ab*	–	–	–	–	–	–
— pyrenaicus Vill. sp.	*ac*	*abc*	*d*	–	–	–	–	–
— hispidus L. sp.	*ad*	–	–	–	–	–	–	–

	I 8000 bis 8500 P. F.	II 8501 bis 9000 P. F.	III 9001 bis 9500 P. F.	IV 9501 bis 10000 P. F.	V 10001 bis 10500 P. F.	VI 10501 bis 11000 P. F.	VII 11001 bis 12000 P. F.	VIII Ueber 12000 P. F.
Soyeria hyoseridifolia Vill. sp.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
Crepis aurea L. sp.	*adbc*	–	–	–	–	–	–	–
— jubata Koch	*ab*	–	–	–	–	–	–	–
— grandiflora All. sp.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— pygmaea L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— Jacquini raetica Fr.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Hypochoeris uniflora Vill.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Hieraceum angustifolium Hoppe	*adce*	*ab*	*b*	–	–	–	–	–
— auricula L. var.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— sphaerocephalum Fr.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— Pilosella L.	*ab*	*b*	–	–	–	–	–	–
— alpinum L.	*ace*	*a*	*x*	*b*	–	–	–	–
— — var. Halleri Vill.	*c*	–	–	–	–	–	–	–
— glanduliferum Hoppe	*ac*	*ab*	*b*	–	–	–	–	–
— piliferum Hoppe	*ad*	–	–	–	–	–	–	–
— villosum L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— albidum Vill.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— incisum Hoppe	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Campanulaceae.								
Phyteuma orbiculare L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— hemisphaericum L.	*adce*	*ab*	*bc*	*b*	*x*	*b*	–	–
— globulariaefolium Stbg.	*a*	*ab*	*a*	*ab*	*b*	–	–	–
— humile Schl.	*ab*	*a*	*a*	*b*	–	–	–	–
Campanula Scheuchzeri Vill.	*ad*	*a*	*b*	–	–	–	–	–
— pusilla Hke.	*ad*	*b*	–	–	–	–	–	–
— barbata L.	*adbc*	*a*	–	–	–	–	–	–
— cenisia L.	*adbe*	*adbe*	*ab*	*ab*	–	–	–	–
— excisa Schl.	*b*	–	–	–	–	–	–	–
Vaccinieae.								
Vaccinium myrtillus L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— uliginosum L.	*ab*	*a*	*x*	*b*	–	–	–	–
Ericaceae.								
Erica vulgaris L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Azalea procumbens L.	*ad*	*ab*	*x*	*b*	–	–	–	–
Arctostaphylos alpina L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— uva ursi L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Primulaceae.								
Soldanella pusilla Bgm.	*ade*	*x*	*x*	*b*	–	–	–	–
Aretia Vitaliana L. sp.	*b*	*b*	*x*	*b*	–	–	–	–
Androsace obtusifolia All.	*ad*	*a*	*b*	*b*	*d*	–	–	–
— aretioides Gaud.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— chamaejasme Host.	*ad*	*x*	*x*	*b*	–	–	–	–
— carnea L.	*x*	*x*	*x*	*b*	–	–	–	–
— glacialis Schl.	*ade*	*abe*	*abe*	*adbe*	*adb*	*a*	*d*	*d*
— pubescens Dec.	*d*	*x*	*c*	*d*	*d*	–	–	–
— Charpentieri Heer	M. Legnone	–	–	–	–	–	–	–
— Heerii Heg.	G. W.	–	–	–	–	–	–	–
— helvetica L. sp.	*ade*	*ade*	*xdbc*	*a*	*b*	*b*	–	–
— imbricata Lam.	*adb*	*x*	*x*	*b*	*d*	–	–	–
Primula farinosa L.	*db*	–	–	–	–	–	–	–
— auricula L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–

	I 8000 bis 8500 P. F.	II 8501 bis 9000 P. F.	III 9001 bis 9500 P. F.	IV 9501 bis 10000 P. F.	V 10001 bis 10500 P. F.	VI 10501 bis 11000 P. F.	VII 11001 bis 12000 P. F.	VIII Ueber 12000 P. F.
Primula viscosa Vill.	*ace*	*ab*	*a*	–	–	–	–	–
— oenensis Th.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— latifolia Lap.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— integrifolia L.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— glutinosa L.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
Lentibularieae.								
Pinguicula vulgaris v. grandiflora Lam.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Labiatae.								
Ajuga pyramidalis L.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
Thymus serpyllum L. var.	*ad*	*a*	*b*	*x*	*b*	–	–	–
Scrophularieae.								
Linaria alpina L.	*adbc*	*ab*	*ad*	*ab*	*db*	–	–	–
Veronica alpina L.	*adbce*	*a*	*ab*	*b*	–	–	–	–
— saxatilis L.	*ad*	*ab*	–	–	–	–	–	–
— bellidioides L.	*adbc*	*a*	–	–	–	–	–	–
— aphylla L.	*adb*	*a*	–	–	–	–	–	–
— serpyllifolia L.	*d*	–	–	–	–	–	–	–
Euphrasia Salisburgensis alpina Lam.	*ac*	*ab*	–	–	–	–	–	–
— minima Schl.	*adc*	*ab*	*b*	*b*	–	–	–	–
Bartsia alpina L.	*adb*	*a*	–	–	–	–	–	–
Pedicularis recutita L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— verticillata L.	*adb*	*ab*	–	–	–	–	–	–
— rostrata L.	*a*	*a*	*ab*	–	–	–	–	–
— Jacquini Koch	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— versicolor Whlb.	*d*	–	–	–	–	–	–	–
— tuberosa L.	*ab*	–	–	–	–	–	–	–
— incarnata Jacq.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Borragineae.								
Myosotis sylvatica alpestris Schm.	*ad*	*a*	*b*	*b*	–	–	–	–
Eritrichium nanum L. sp.	*ad*	*ab*	*a*	*ab*	*ab*	*b*	*b*	–
Gentianeae.								
Gentiana germanica Willd. ⊙	*b*	–	–	–	–	–	–	–
— — var. campestris L. ⊙	*adb*	–	–	–	–	–	–	–
— obtusifolia Willd. ⊙	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— glacialis Thom.	*ade*	*ab*	*a*	*b*	–	–	–	–
— verna L.	*adb*	*a*	*abc*	*b*	*b*	–	–	–
— brachyphylla Vill.	*ad*	*a*	*ab*	*ab*	–	–	–	–
— bavarica L.	*ad*	–	–	–	–	–	–	–
— — var. imbricata Schl.	*ae*	*ae*	*a*	*ab*	*ad*	*x*	*b*	–
— nivalis L.	*ade*	*a*	*x*	*b*	–	–	–	–
— acaulis L.	*adbc*	*a*	–	–	–	–	–	–
— excisa Pr.	*adc*	–	–	–	–	–	–	–
— purpurea L.	*abc*	–	–	–	–	–	–	–
— punctata L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Pleurogyne carinthiaca Grisb.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Rubiaceae.								
Galium sylvestre alpestre Gaud.	*ad*	*a*	–	–	–	–	–	–
— helveticum Weig.	*ad*	–	–	–	–	–	–	–

	I 8000 bis 8500 P. F.	II 8501 bis 9000 P. F.	III 9001 bis 9500 P. F.	IV 9501 bis 10000 P. F.	V 10001 bis 10500 P. F.	VI 10501 bis 11000 P. F.	VII 11001 bis 12000 P. F.	VIII Ueber 12000 P. F.
Umbelliferae.								
Carum carvi L.	*d*	–	–	–	–	–	–	–
Bupleurum stellatum L.	*c*	–	–	–	–	–	–	–
— ranunculoides L.	*b*	–	–	–	–	–	–	–
Meum mutellina L.	*adbc*	*a*	–	–	–	–	–	–
Gaya simplex L. sp.	*adce*	*abe*	*adb*	*b*	–	–	–	–
Ranunculaceae.								
Anemone vernalis L.	*ab*	*a*	–	–	–	–	–	–
— alpina sulphurea L.	*ab*	–	–	–	–	–	–	–
Ranunculus glacialis L.	*adbce*	*abe*	*a*	*ab*	*ab*	*b*	*bd*	*d*
— — var. tomentosus	*x*	*a*	*x*	*x*	*b*	–	–	–
— — var. roseus Heg.	–	–	–	–	*b*	–	–	–
— montanus L.	*adbc*	–	–	–	–	–	–	–
— Villarsii Dec.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— rutaefolius L.	*ab*	*a*	–	–	–	–	–	–
— parnassifolius L.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— pyrenaeus L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— alpestris L.	*ad*	–	–	–	–	–	–	–
— — var. nanus Heer	*e*	–	–	–	–	–	–	–
Aconitus Napellus L.	*ad*	*a*	–	–	–	–	–	–
Papaveraceae.								
Papaver alpinum L. var. raeticum Ler.	*a*	*a*	*a*	–	–	–	–	–
Polygaleae.								
Polygala amara alpestris Rchb.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— alpina Per. Song.	*b*	*x*	*b*	*b*	–	–	–	–
Cruciferae.								
Arabis alpina L.	*ad*	*ab*	*a*	–	–	–	–	–
— bellidifolia Jacq.	*ad*	–	–	–	–	–	–	–
— pumila Jacq.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— caerulea Hke	*a*	*a*	*ab*	*ab*	–	–	–	–
— Gerardi Bess.	*d*	–	–	–	–	–	–	–
Cardamine alpina Willd.	*ace*	*ab*	*bc*	*b*	–	–	–	–
— resedifolia L.	*adc*	*ab*	*c*	*b*	–	–	–	–
Braya pinnatifida Dec. sp.	*c*	–	–	–	–	–	–	–
Erysimum helveticum Dec. var.	*x*	*x*	*x*	*b*	–	–	–	–
Draba aizoides L.	*ad*	*ab*	*ab*	–	–	–	–	–
— Zahlbruckneri Host.	*a*	*a*	*x*	*b*	–	–	–	–
— tomentosa Whlg.	*ade*	*a*	*a*	*a*	*b*	–	–	–
— frigida Saut.	*adc*	*a*	*ac*	*x*	*db*	–	–	–
— Wahlenbergi Hartm.	*e*	*e*	–	–	–	–	–	–
— — var. fladnizensis Wulf	*ad*	*a*	*ac*	*b*	*a*	–	–	–
— Johannis Host.	*a*	*a*	*ad*	*b*	*d*	–	–	–
Petrocallis pyrenaica L.	*d*	*x*	*x*	*x*	*b*	–	–	–
Alyssum alpestre L.	*b*	*x*	*x*	*b*	–	–	–	–
Thlaspi alpinum Jacq. (Sylvium Gaud.)	*x*	*b*	*x*	*b*	–	–	–	–
— rotundifolium L. sp.	*ade*	*ae*	*d*	*b*	*b*	–	–	–
— — var. corymbosum Gd.	*x*	*e*	*b*	*b*	–	–	–	–
— — var. cepeaefolium Koch	*x*	*x*	*x*	*b*	–	–	–	–
Capsella bursa pastoris L.	*d*	–	–	–	–	–	–	–
Hutchinsia alpina L. sp.	*ad*	*a*	*ad*	*b*	–	–	–	–
— — var. brevicaulis Hoppe	*a*	*a*	*b*	*b*	–	–	–	–
Biscutella laevigata L.	*a*	*b*	–	–	–	–	–	–

	I 8000 bis 8500 P. F.	II 8501 bis 9000 P. F.	III 9001 bis 9500 P. F.	IV 9501 bis 10000 P. F.	V 10001 bis 10500 P. F.	VI 10501 bis 11000 P. F.	VII 11001 bis 12000 P. F.	VIII Ueber 12000 P. F.
Droseraceae.								
Parnassia palustris alpina Br.	*ab*	–	–	–	–	–	–	–
Cistineae.								
Helianthemum alpestre Scop.	*ad*	*ab*	–	–	–	–	–	–
— vulgare grandiflorum Dec.	*ab*	*a*	–	–	–	–	–	–
Violarieae.								
Viola calcarata L.	*adb*	–	–	–	–	–	–	–
— pinnata L.	*ab*	*a*	–	–	–	–	–	–
— — var.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— biflora L.	*b*	*x*	*x*	*b*	–	–	–	–
Paronychieae.								
Herniaria alpina Vill.	*ab*	*b*	–	–	–	–	–	–
Alsineae.								
Sagina saxatilis Wim. (Spergula saginoides L.)	*adbc*	–	–	–	–	–	–	–
Alsine biflora Whlg.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— recurva All. sp.	*a*	*ab*	*b*	*b*	–	–	–	–
— verna L. sp.	*ad*	*a*	*b*	–	–	–	–	–
— — var. a. subnivalis Heg.	*a*	*a*	*ab*	–	–	–	–	–
— — var. b. Gerardi W.	*x*	*x*	*a*	–	–	–	–	–
— sedoides Koch	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
— aretioides M. u. K. (herniarioides Rion)	*b*	–	–	–	–	–	–	–
Fachinia lanceolata All. sp.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
Lepigonum rubrum L. sp.	*c*	*a*	–	–	–	–	–	–
Cherleria sedoides L.	*adce*	*abe*	*ab*	*ab*	*a*	*b*	*b*	–
Moehringia polygonoides Wulf sp.	*d*	*a*	*a*	–	–	–	–	–
— — var. nana Gd.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Arenaria serpyllifolia L. var. Marschlinsii Koch ⊙	*abc*	*a*	–	–	–	–	–	–
— ciliata L.	*d*	*b*	–	–	–	–	–	–
— — var. multicaulis Wulf	*ae*	*a*	*a*	*b*	–	–	–	–
— biflora L.	*adce*	*a*	*a*	–	–	–	–	–
Stellaria cerastoides L.	*adc*	*a*	*ab*	–	–	–	–	–
Cerastium latifolium L.	*ad*	*a*	*a*	–	–	–	–	–
— — var. glaciale Gd.	*ae*	*ae*	*abe*	*ab*	*ab*	–	–	–
— — var. pedunculatum Gaud.	*ac*	*a*	*a*	*ab*	–	–	–	–
— alpinum L. var. lanatum Lam.	*abc*	*a*	*x*	*x*	*x*	*b*	–	–
— arvense L. var. alpicolum Br.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— — var. strictum Hke.	*ad*	*b*	*x*	*b*	–	–	–	–
— triviale Link var. alpinum A.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Sileneae.								
Dianthus glacialis Hke.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
Silene acaulis L.	*adb*	*ab*	*abc*	*b*	*d*	*d*	*c*	*b*
— — var. excapa All.	*ace*	*ae*	*ab*	*ab*	*a*	*bc*	*b*	–
— rupestris L.	*acd*	*b*	–	–	–	–	–	–
— inflata var. alpina Heg.	*b*	*b*	*a*	*b*	–	–	–	–
Lychnis alpina L.	*ab*	*b*	–	–	–	–	–	–
Gypsophila repens L.	*ae*	*a*	–	–	–	–	–	–

	I 8000 bis 8500 P. F.	II 8501 bis 9000 P. F.	III 9001 bis 9500 P. F.	IV 9501 bis 10000 P. F.	V 10001 bis 10500 P. F.	VI 10501 bis 11000 P. F.	VII 11001 bis 12000 P. F.	VIII Ueber 12000 P. F.
Crassulaceae.								
Sedum atratum L.	*adc*	*ab*	–	–	–	–	–	–
— alpestre Vill.	*adc*	*x*	*ab*	–	–	–	–	–
— annuum L.	*c*	–	–	–	–	–	–	–
Sempervivum montanum L.	*ac*	*a*	*x*	*b*	–	–	–	–
— arachnoideum L.	*ac*	*b*	–	–	–	–	–	–
— Wulfeni Hoppe	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Rhodiola rosea L.	*ab*	–	–	–	–	–	–	–
Saxifrageae.								
Saxifraga Aizoon L.	*adbe*	*ae*	*a*	–	–	–	–	–
— Hostii Tausch. (elatior M. und K.)	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— aizoides L.	*ad*	*ab*	*x*	*b*	–	–	–	–
— — var. patens Gaud.	*x*	*d*	–	–	–	–	–	–
— caesia L.	*ae*	*ae*	–	–	–	–	–	–
— oppositifolia L.	*ade*	*ae*	*abce*	*ab*	*adb*	*b*	–	–
— — var. Rudolfiana Koch	*x*	*x*	*ab*	–	–	–	–	–
— Kochii Hornsch (macropetala Kern)	*dbe*	*b*	–	–	–	–	–	–
— biflora All.	*a*	*ab*	–	–	–	–	–	–
— retusa Gouan	*x*	*x*	*x*	*b*	–	–	–	–
— aspera L. Dec.	*c*	–	–	–	–	–	–	–
— — var. intermedia Heg.	*e*	*e*	*dc*	*x*	*d*	–	–	–
— — var. bryoides L.	*adc*	*ab*	*ab*	*ab*	*ab*	*b*	*b*	*d*
— stellaris L.	*adc*	*ab*	*b*	–	–	–	–	–
— muscoides Wulf	*ade*	*ae*	*abc*	*ab*	*db*	*b*	*x*	*db*
— exarata Vill.	*ae*	*ae*	*abc*	*ab*	*ab*	–	–	–
— — var. planifolia Br.	*x*	*x*	*x*	*x*	*b*	–	–	–
— stenopetala Gaud.	*ae*	*ae*	*a*	–	–	–	–	–
— planifolia Lap.	*ade*	*abe*	*ab*	*b*	–	–	–	–
— Seguieri Spr.	*ade*	*ade*	*a*	*b*	–	–	–	–
— androsacea L.	*ade*	*a*	*ab*	–	–	–	–	–
— adscendens L.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
Onagrarieae.								
Epilobium alpinum L.	*ac*	*b*	–	–	–	–	–	–
— origanifolium Lam.	*db*	–	–	–	–	–	–	–
Empetreae.								
Empetreum nigrum L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Rhamneae.								
Rhamnus pumila L.	*a*	*a*	–	–	–	–	–	–
Dryadeae.								
Rosa alpina L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Potentilla aurea L.	*adc*	*b*	–	–	–	–	–	–
— alpestris Hall. f.	*ad*	*b*	*x*	*b*	–	–	–	–
— minima Hall. f.	*ae*	*a*	*x*	*b*	–	–	–	–
— grandiflora L.	*adc*	*x*	*x*	*db*	–	–	–	–
— frigida Vill.	*adce*	*abe*	*abc*	*ab*	*ab*	–	–	–
— nivea L.	*a*	*b*	*a*	–	–	–	–	–
— multifida L.	*b*	*x*	*b*	*b*	–	–	–	–
Sibbaldia procumbens L.	*adbc*	*a*	*a*	–	–	–	–	–
Dryas octopetala L.	*adb*	*a*	–	–	–	–	–	–
Geum montanum L.	*adbc*	*ab*	–	–	–	–	–	–

	I 8000 bis 8500 P. F.	II 8501 bis 9000 P. F.	III 9001 bis 9500 P. F.	IV 9501 bis 10000 P. F.	V 10001 bis 10500 P. F.	VI 10501 bis 11000 P. F.	VII 11001 bis 12000 P. F.	VIII Ueber 12069 P. F.
Geum reptans L.	*ad*	*a*	*ab*	*ab*	*ab*	–	–	–
Alchemilla pubescens Hall.	*ad*	*a*	*a*	–	–	–	–	–
— vulgaris L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— alpina L.	*d*	–	–	–	–	–	–	–
— fissa Sch.	*adb*	*b*	*b*	–	–	–	–	–
— pentaphyllea L.	*adbc*	*ab*	*b*	*b*	–	–	–	–
Papilionaceae.								
Trifolium pratense L.								
— — var. alpicolum Heg.	*ad*	*a*	–	–	–	–	–	–
— badium L.	*adb*	–	–	–	–	–	–	–
— saxatile All.	*x*	*x*	*b*	*b*	–	–	–	–
— alpinum L.	*adc*	*b*	–	–	–	–	–	–
— caespitosum Reyn.	*ad*	*x*	*x*	*b*	–	–	–	–
— pallescens Schnb.	*b*	*x*	*x*	*b*	–	–	–	–
Lotus corniculatus L.	*a*	*b*	–	–	–	–	–	–
Anthyllis vulneraria L. var. rubriflora Heg.	*a*	*x*	*b*	*b*	–	–	–	–
Phaca astragalina Dec.	*ad*	*a*	–	–	–	–	–	–
— frigida L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
— australis L.	*a*	–	–	–	–	–	–	–
Astragalus leontinus Wulf	*b*	–	–	–	–	–	–	–
Oxytropis Halleri Bge. (Uralensis Dec.)	*adb*	*ab*	–	–	–	–	–	–
— lapponica Whlg. sp.	*adb*	*b*	*x*	*b*	–	–	–	–
— campestris L. sp.	*ad*	*ab*	*x*	*b*	–	–	–	–
— montana L. sp.	*a*	*ab*	*x*	*b*	–	–	–	–
— Gaudini Reut.	*b*	*b*	*x*	*b*	–	–	–	–
— neglecta Gay Bert (eganea Gaud.)	*a*(?)*b*	–	–	–	–	–	–	–
Hedysarum obscurum L.	*ad*	*a*	–	–	–	–	–	–
Hippocrepis comosa L.	*b*	–	–	–	–	–	–	–

Verzeichniss VIII.

Artenzahl der nivalen Flora der Schweiz.

	Juni 1883	I 8000 bis 8500 P. F	II 8501 bis 9000 P. F.	III 9001 bis 9500 P. F.	IV 9501 bis 10000 P. F.	V 10001 bis 10500 P. F.	VI 10501 bis 11000 P. F.	VII 11001 bis 12000 P. F.	VIII Ueber 12000 P. F.
1	Cupressineae	1	1	1	1	1	1	–	–
2	Gramineae	25	20	15	14	5	4	2	–
3	Cyperaceae	19	10	7	5	2	–	–	–
4	Juncaceae	8	5	5	4	–	–	–	–
5	Liliaceae	3	1	1	1	–	–	–	–
6	Colchicaceae	2	–	–	–	–	–	–	–
7	Orchideae	1	–	–	–	–	–	–	–
8	Salicineae	5	3	3	3	1	–	–	–
9	Polygoneae	5	3	2	1	–	–	–	–
10	Chenopodiaceae	1	1	–	–	–	–	–	–
11	Santalaceae	1	–	–	–	–	–	–	–
12	Valerianeae	1	1	–	–	–	–	–	–
13	Plantagineae	2	1	1	1	–	–	–	–
14	Dipsaceae	1	–	–	–	–	–	–	–
15	Globularieae	1	–	–	–	–	–	–	–
16	Thymeleae	1	1	–	–	–	–	–	–
17	Synanthereae	56	34	23	16	8	3	2	1
18	Plumbageneae	1	1	–	–	–	–	–	–
19	Campanulaceae	9	7	5	4	2	1	–	–
20	Vaccinieae	2	1	1	1	–	–	–	–
21	Ericaceae	4	1	1	1	–	–	–	–
22	Primulaceae	18	14	10	9	5	2	1	1
23	Lentibularieae	1	–	–	–	–	–	–	–
24	Labiatae	2	2	1	1	1	–	–	–
25	Scrophulariae	16	11	4	3	2	2	2	2
26	Borragineae	2	2	2	2	1	1	1	–
27	Gentianeae	13	7	5	5	2	1	1	–
28	Rubiaceae	2	1	–	–	–	–	–	–
29	Umbelliferae	5	2	1	1	–	–	–	–
30	Ranunculaceae	10	4	1	1	1	1	1	1
31	Papaveraceae	1	1	1	–	–	–	–	–
32	Polygaleae	2	1	1	1	–	–	–	–
33	Cruciferae	22	19	16	14	6	–	–	–
34	Cistineae	2	1	–	–	–	–	–	–
35	Droseraceae	1	–	–	–	–	–	–	–
36	Violaceae	3	2	1	1	–	–	–	–
37	Paronychieae	1	1	–	–	–	–	–	–
38	Alsineae	18	14	10	6	3	2	1	–
39	Sileneae	6	6	2	2	1	1	1	1
40	Crassulaceae	7	4	2	1	–	–	–	–
41	Saxifrageae	17	16	12	8	4	3	2	2
42	Onagrariae	2	–	–	–	–	–	–	–
43	Empetreae	1	–	–	–	–	–	–	–
44	Rhamneae	1	–	–	–	–	–	–	–
45	Rosaceae	17	14	11	7	2	–	–	–
46	Papilionaceae	19	14	8	8	–	–	–	–
	Ganze Artenzahl	338	227	153	122	47	22	14	8
	Der Verfasser nimmt an	335	226	152	119	48	19	12	6

Anmerkung. — Der Unterschied scheint daher zu rühren, dass einige spätere Nachträge hinzukamen, — die letzte Abzählung des Verfassers geschah im Juni 1883, — vielleicht auch, dass in den Verzeichnissen die Werthung einiger Formen als Art oder Varietät nicht gleich durchgeführt wurde. Der Herausgeber.

Verzeichniss IX.

Pflanzen der nivalen Region der Schweiz, die in der arctischen Zone verbreitet sind.

	Island	Grönland	Grinnell-Land	Spitzbergen	Skandinavien	Novaja Semlja	Sibirische Nordküste bis Lena	Beringssund	Arctisches Asien	Altai	Caucasus	Himalaya	Alpen der atlantischen Vereinigten Staaten	Rocky Mountains	Alpen der Pacific-Staaten	Arctisches America
Juniperus nana W.	+	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	+	–	–	–	+
Agrostis rupestris All.	+	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	+
— alpina Scop.	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Avena subspicata L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+L
E Aira caespitosa L.	–	–	+	+	+	+	+	–	+	+	–	–	–	–	–	+
Poa alpina L.	+	+	–	+	+	+	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+
— caesia Sm.	+	+	+	+	+	–	–	–	–	+	–	+	+	+	–	+
— laxa Hke	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	+	+	+	–	–
— minor Gd.	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
E — annua L.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	+
cenisia All.	–	–	+	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
Sesleria coerulea L	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
E Festuca ovina L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	+
E — rubra L.	+	+	–	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	+
(— Halleri Vill.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+L)
Phleum alpinum L.	+	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+L
Koeleria hirsuta Gd.	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–
Nardus stricta L	+	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	–	–	–	–	+L
E Anthoxanthum odoratum L.	+	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	–	–	–	–	+
Elyna spicata Schw.	+	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	–	–	+	–	–
Kobresia caricina W.	–	+	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	+	–	+
Carex lagopina Whlg.	+	+	–	+	+	–	+	–	+	–	–	–	–	+	+	+
— Personii Shb.	–	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
— rupestris All.	+	+	–	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
— bicolor All.	–	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+L
— atrata L.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+
— ustulata Whlg.	–	+	–	–	+	–	–	+	+	+	–	–	+	–	–	–
— frigida All.	+	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	–	–	+	–	–
— ferruginea Scop.	–	–	–	–	–	–	–	–	+?	–	+	–	–	–	–	–
E — ericetorum membranacea Hpe.	–	–	–	–	+	–	–	–	+	+	+	–	–	–	+	–
E — panicea L.	–	+	–	–	+	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	+L
Eriophorum Scheuchzeri Hpe.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	+L
Luzula multiflora Ehrb.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+
— spicata L.	+	+	–	–	+	+	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+L
— spadicea All.	–	+	–	–	+	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	+L
Juncus trifidus L.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	-B	–	–	+	–	–	–
— triglumis L.	+	+	–	+	+	–	–	–	+	+	+	–	–	+	–	+
— arcticus W.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	-B	–	–	–	–	–	+
Lloydia serotina L. sp.	–	–	–	–	S	+	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+
Tofieldia borealis Whlg.	+	+	–	+	+	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–	+L

	Island	Grönland	Grinnell-Land	Spitzbergen	Skandinavien	Novaja Semlja	Sibirische Nordküste bis Lena	Beringssund	Arctisches Asien	Altai	Caucasus	Himalaya	Alpen der atlantischen Vereinigten Staaten	Rocky Montains	Alpen der Pacific-Staaten	Arctisches America
Chamaeorchis alpina L. sp.	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Salix herbacea L.	+	+	–	–	+	+	–	–	+	+	–	–	+	–	–	+
— retusa L.	–	–	–	–	+	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	+
— reticulata L.	+	+	–	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	+	+	+L
— Lapponum L.	+	–	–	–	+	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	+
— arbuscula L.	+	–	–	–	+	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–
Oxyria digyna L. sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+
Polygonum viviparum L. var.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Aster alpinus L.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	–	+	–	+
Erigeron uniflorus L.	+	+	–	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–	+	+	+L
— alpinus L.	+	+	+	–	+	–	–	–	+	+	+	+	–	–	–	+
E Solidago virgaurea L. var.	–	–	–	–	+	–	–	+	+	+	+	+	–	–	–	+L
Gnaphalium supinum L.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–	-L
— norwegicum Gunn.	+	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	–	–	–	–	–
E Antennaria dioica L. sp.	+	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	–	–	–	–	+
— carpathica Whlg. sp.	–	–	–	–	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
E Chrysanthemum leucanthemum L.	–	–	–	–	+	–	–	–	+	+	+	–	–	–	–	–
Arnica montana L.	–	–	+?	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	+
(Aronicum Clusii All.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	-L)
Saussuria alpina L. sp.	–	–	–	–	+	–	+	+	+	+	–	–	–	–	–	+
(— discolor L. sp.	–	–	–	–	–	–	–	–	+?	+?	–	–	–	–	–	-)
E Taraxacum officinale var.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	+
Leontodon pyrenaicus Vill. sp.	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Crepis jubata Koch	–	–	–	–	+	+	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–
Hieracium angustifolium Hoppe	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
E — auricula L.	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
— piliferum Hoppe	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
— Pilosella L.	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
— alpinum L.	+	+	–	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	L
— glanduliferum Hoppe	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Campanula barbata L.	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
— Scheuchzeri Vill.	–	+	–	–	+L	+	–	–	+	+	–	–	–	–	–	+L
E Vaccinium myrtillus L.	+	–	–	–	+	–	–	–	–	+	+	–	–	+	–	+
— uliginosum L.	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	+L
Azalea procumbens L.	+	+	–	–	+	–	+	–	+	–	–	–	+	–	–	+L
E Erica vulgaris L.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Arctostaphylos uva Ursi L. sp.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	+
— alpina L. sp.	+	+	–	–	+	–	+	+	+	+	+	–	+	+	–	+
Androsace chamaejasme Host	–	–	–	–	S	+	–	–	+	+	+	+	–	+	+	+L
Primula farinosa L.	+	–	–	–	+	+	–	+	+	+	+	+	–	–	–	+L
E Pinguicula vulgaris L. grandiflora Lam.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	L
Ajuga pyramidalis L.	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
E Thymus Serpyllum L.	+	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	+	–	–	–	–
Veronica alpina L.	+	+	–	–	+	–	–	–	+	–	–	–	+	+	+	+L
— saxatilis L.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
E — serpyllifolia L.	+	–	–	–	+	–	–	–	–	+	+	+	–	–	–	+
Euphrasia salisborgensis alpina Lam. ⊙	+	–	–	–	+?	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–

	Island	Grönland	Grinnell-Land	Spitzbergen	Skandinavien	Novaja Semlja	Sibirische Nordküste bis Lena	Beringssund	Arctisches Asien	Altai	Caucasus	Himalaya	Alpen der atlantischen Vereinigten Staaten	Rocky Mountains	Alpen der Pacific-Staaten	Arctisches America
Pedicularis versicolor Wall.	–	–	–	–	+	+	–	+	+	+	–	+	–	–	–	+
— verticillata L.	–	–	–	–	+	–	–	+	+	+	–	–	–	–	–	+
Bartsia alpina L.	+	+	–	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	L
Myosotis sylvatica alpestris	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	–	+	–	+
Eritrichium nanum L. sp.	–	–	–	–	S	+	+	+	+	–	+	–	–	–	+	+
E Gentiana campestris L.	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
— verna L. var. angulosa M. B.	–	–	–	–	S	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–
— nivalis L.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+ L
— glacialis Thom. ⊙	+	–	–	+	+	–	–	+	+	+	–	+	–	+	–	+
Bupleurum ranunculoides L.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	+
E Carum Carvi L.	+	–	–	–	+	–	–	–	+	+	+	–	–	–	–	–
Gaya simplex Gaud.	–	–	–	–	S	+	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–
Anemone vernalis L.	–	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
— alpina L.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+
Ranunculus glacialis L.	+	+	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Aconitum Napellus L.	–	–	–	–	+	–	+	+	+	+	–	+	–	–	–	+
Papaver alpinum L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	+	–	+	+	+
Arabis alpina L.	+	+	–	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	L
Cardamine alpina W.	+	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	+
Draba Wahlenbergi Hartm.	–	+	–	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	+
— frigida Saut.	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	+
— Johannis Host.	–	–	–	–	S	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
E Capsella bursa pastoris L.	+	+	–	–	+	–	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–
E Parnassia palustris L.	–	–	–	–	+	+	–	–	+	+	+	–	–	–	–	+
Viola biflora L.	–	–	–	–	+	+	–	–	+	+	+	+	–	–	–	–
Sagina saxatilis Wimm.	+	+	–	–	+	+	–	–	–	+	+	–	–	–	–	+
Alsine biflora Whlg.	+	+	–	+	+	–	–	+	+	+	–	–	–	+	+	+ L
— verna L.	–	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	–	+	+	+	+
E Arenaria serpyllifolia L. var.	+	–	–	–	+	–	–	–	–	+	+	+	–	–	–	–
— ciliata L.	+	+	–	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
Stellaria cerastoides L. sp.	+	+	–	–	+	+	–	–	+	+	+	+	–	–	–	–
Cerastium latifolium L.	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
— alpinum L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	+	+	+
E — arvense L.	–	–	–	–	+	–	–	–	+	+	+	+	–	–	–	–
Silene acaulis L.	+	+	+	+	+	+	–	+	+	–	–	–	+	+	+	+
— rupestris L.	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
E — inflata L.	–	–	–	–	+	–	–	–	+	+	+	+	–	–	–	–
Lychnis alpina L.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	L
Sedum annuum L.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
— alpestre Vill. (repens Schk.)	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Rhodiola rosea L.	+	+	–	–	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+
Saxifraga Aizoon L.	–	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+ L
— aizoides L.	+	+	–	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+ L
— oppositifolia L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+
— biflora All.	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
— exarata Vill.	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–	+
— muscoides Wulf	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	–	–	–	–	–
— stellaris L.	+	+	–	+	+	+	+	+	+	+	–	–	+	+	+	+
— adscendens L. Koch	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	+	–	–

	Island	Grönland	Grinnell-Land	Spitzbergen	Skandinavien	Nowaja Semlja	Sibirische Nordküste bis Lena	Beringssund	Arctisches Asien	Altai	Caucasus	Himalaya	Alpen der atlantischen Vereinigten Staaten	Rocky Mountains	Alpen der Pacific-Staaten	Arctisches America
Epilobium alpinum L.	+	+	–	–	+	+	–	–	–	+	–	+	–	–	–	+ L
— origanifolium Lam.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
Empetrum nigrum L.	+	+	–	+	+	–	+	+	+	+	+	–	+	–	–	+ L
Potentilla aurea L.	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
— alpestris Hall (maculata Poir.)	+	+	–	+	+	+	–	–	+	–	+	–	–	–	–	+ L
— frigida Vill.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+?	–	+
— nivea L.	–	+	+	+	+	–	–	+	+	+	+	+	–	+	–	+
— multifida L.	–	–	–	+	+	–	–	–	+	+	+	+	–	–	–	–
Sibbaldia procumbens L.	+	+	–	+	+	–	+	–	+	+	+	+	+	+	+	–
Dryas octopetala L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+
Alchemilla fissa Sch.	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
— alpina L.	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
E— vulgaris L.	+	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	–	–	–	–	L
E Trifolium pratense L.	+	–	–	–	+	–	–	–	–	+	+	+	–	–	–	–
E Lotus corniculatus L.	+	–	–	–	+	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–
E Anthyllis vulneraria L.	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
Phaca astragalina Dec.	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
— frigida L.	–	–	–	–	+	+	+	–	+	+	–	–	–	–	–	+
Oxytropis uralensis Dec.	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	–	–	+	–	+
— lapponica Whlg. sp.	–	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–	+	–	–	–	–
— campestris L. sp.	–	–	–	–	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	+
Hedysarum obscurum L.	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–
Ganze Artenzahl 155	87	80	21	36	140	48	34	37	91	87	73	38	28	42	26	96
Ebenen Pflanzen 28	28	12	3	3	27	6	4	4	16	23	20	13	0	2	0	13

Verbesserungen.

Pag. 5 von unten Zeile 10 statt Palu lies Palü.
„ 5 „ „ „ 7 „ Comi di Campo lies Corni di Canzo.
„ 5 „ „ „ 5 „ Pie lies Pizzo.
„ 6 „ „ „ 12 „ Palu lies Palü.
„ 6 „ „ „ 14 „ do.
„ 7 von oben „ 10 „ rotaefolius lies rutaefolius.
„ 10 „ „ „ 19 „ globulariaefolia lies globulariaefolium.
„ 43 „ „ „ 3 „ Sa Südalpine lies Sa Subalpine.
„ 44 „ „ „ 8 } „ Pombio lies Combio.
„ 44 von unten „ 15 }

Inhalt.

	Pag.
Vorwort der Denkschriften-Commission	3
Einleitung des Verfassers	4
1. Nivale Flora der raetischen Alpen	6
2. Die nivale Flora der Walliseralpen	12
3. Oberste Grenze der Blüthenpflanzen in der Gebirgsmasse des Mt Blanc	14
4. Berner-Alpen	16
5. Glarner-Alpen	17
6. Rückblick	18
7. Vergleichung der nivalen Flora der Schweiz mit der arctischen	25
8. Endemische Pflanzen der Nival-Region	34
9. Beziehung der nivalen Flora zur Insektenwelt	39
Nachwort der Denkschriften-Commission	40

Verzeichnisse.

Verz. I Nivale Flora der Raetischen Alpen	43
„ II Uebersicht der nivalen Flora der raetischen Alpen	83
„ III Nivale Flora der Walliseralpen und von Chamonix	84
„ IV Höhengrenzen von Herrn John Ball	90
„ V Nivale Pflanzen der Berner-Alpen	91
„ VI Nivale Flora der Glarner-Alpen	98
„ VII Nivale Flora der Schweiz	100
„ VIII Artenzahl der nivalen Flora der Schweiz	109
„ IX Vergleichung der nivalen Flora der Schweiz mit der arctischen	110

Untersuchung

über

fossile Hölzer aus Grönland.

(Mit 4 Tabellen und 6 Tafeln.)

Von

Fritz Beust.

Fossile Hölzer aus Grönland.

Gegen Ende des Jahres 1882 erhielt ich durch Hrn. Dr. C. Schröter eine Anzahl von Stücken fossiler Hölzer, welche ihm von Prof. Dr. O. Heer in Zürich zur Bestimmung übergeben worden waren. Prof. Heer hatte dieselben, zugleich mit vielen fossilen Blättern, Zweigen und Früchten durch Prof. Johnstrup mit einer näheren Beschreibung des Fundortes zugeschickt bekommen. Das erste der hier zu behandelnden Hölzer war in Atanekerdluk auf Grönland, die übrigen auf der nordwestlich davon gelegenen Haseninsel von K. J. V. Steenstrup auf dessen geologisch-geographischer Expedition nach Grönland gefunden worden.

Atanekerdluk liegt auf der grönländischen Halbinsel Noursoak, unter dem 70° n. B. und dem 52° w. L. von Greenwich. Es sind daselbst schon 1854 zahlreiche versteinerte Blätter sowie Kohlen von Capitain Inglefield und von Colomb gesammelt und von Prof. Heer in der „flora fossilis arctica" bestimmt und abgebildet worden, während Prof. C. Cramer die fossilen Hölzer bestimmt hat, welche Arbeit dem eben citirten Buche einverleibt worden ist.

Ueber die geologische Beschaffenheit des Fundortes erhielt ich von Prof. Heer direkt sowie aus der „flora fossilis arctica" folgende nähere Angaben: Bei Atanekerdluk liegen zu unterst Versteinerungen führende Kreideschichten; auf diese folgen tertiäre und zwar unter-miocene Schichten, welche von ca. 1100′ über Meer bis zu 3000′ ü. M. reichen und rothbraunen Eisenstein, braunrothen Thonmergel und schwarzen Schiefer in sich fassen. Aus diesen unter-miocenen Schichten stammt das erste hier zu untersuchende Holz. Die beiden andern Hölzer stammen von der Haseninsel, auf welcher nur unter-miocene Schichten sich vorfinden; unsere Fossile gehören zum Trappe, da sie theils in einem Trapptuffe, theils in einem Eisensteine vorkommen.*)

*) Anmerk.: Näheres hierüber findet man in: R. F. V. Steenstrup «Ueber die Lagerungsverhältnisse der Kohlen und Versteinerungen führenden Bildungen auf der Westküste von Grönland zwischen dem 69° 15′ und dem 72° 15′ n. B. in der «flora fossilis arctica» Bd. VII. S. 240 u. folgende.

I. Fossiles Holz von Atanekerdluk.

A. Aeusseres des Holzes.

Das fossile Holz stellt ein halbcylindrisches Stück aus dem Holzkörper eines Stammes oder Astes dar, an dessen Endflächen bei nur makroskopischem Beschauen von Jahrringen nichts zu erkennen ist. An den frischen Bruchflächen, welche dunkel braun erscheinen, lassen sich deutliche Längslinien, Fasern, mit feiner, diese kreuzender Querlineatur unterscheiden, welche die Holzstruktur zur Genüge verdeutlichen, während die ursprünglichen Aussenflächen des Scheites von einer grauen bis weisslichen Verwitterungsrinde überzogen sind.

B. Mikroskopischer Bau des Fossils.

1. Querschliff.

Die mikroskopischen Untersuchungen sind sämmtlich an Dünnschliffen vorgenommen worden, welche die bekannte Firma Fuess in Berlin hergestellt hat, und welche alle als vollständig gelungen bezeichnet werden können.

Der untersuchte Querschliff, welcher ungefähr rechteckig geformt ist, misst 17 mm Länge und 11 mm Breite und erweist sich sofort als von einem Coniferenholze stammend, indem keine Gefässe vorhanden und die Markstrahlen aus wenigen Schichten aufgebaut sind.

Mit blossem Auge erkennt man auf dem Schliffe 4 untereinander nahezu parallele, zu den radial verlaufenden Holzzellreihen schief gerichtete, schwarze Streifen oder Linien, welche auf der einen Seite je von einem mehr oder weniger deutlich hervortretenden hellen Streifen begleitet sind.

Diese dunkeln Linien bestehen aus einer beträchtlichen Anzahl tief dunkler, oft schwarzer Zellen, welche weder Lumina- noch Membranschichten unterscheiden lassen und ausserdem häufig ein unentwirrbares Gemenge bilden, indem sie durch starken Druck in alle möglichen unregelmässigen Formen gepresst und in einander gedrängt worden sind.

Es frägt sich nun, ob die auf's engste zusammengedrückten Zellen als Herbstholzzellen aufzufassen seien, oder ob vielmehr nur der Druck, unter welchem das Holz sich zu Zeiten seiner Verkieselung befunden, Ursache ihrer abnormen Struktur sei? Die sämmtlichen durch ihre dunkle Farbe auffallenden Holzzellen, welche ursprünglich zu radialen Reihen geordnet waren, wie dies auch bei den zwischen den Linien liegenden

Zellpartien durchaus noch der Fall ist, sind nicht allein in radialer Richtung plattgedrückt, sondern auch durch einen gleichmässigen Druck aus ihrer ursprünglich radialen Richtung nach ein und derselben Seite hin verschoben worden, sodass alle Zellen der 4 schwarzen Linien eine ungefähr gleiche Ablenkung erfahren und zu gleicher Zeit, Grösse, Form und Lage verändert haben. (Tafel I, Fig. 1.)

Diese Frage würde sich in den meisten Fällen am sichersten durch Messungen der fraglichen Zellen entscheiden lassen. Leider können wir uns dieses Mittels hier nicht bedienen, indem fast alle Zellen ihre radialen und tangentalen Dimensionen dermassen verändert haben, dass es an den meisten Stellen sogar unmöglich ist, anzugeben, welcher Durchmesser als ehemals radialer und welcher als tangentaler zu betrachten sei, indem die Zellen in ihrer jetzigen Form in keiner Lage den übrigen, nicht gestörten Radialreihen als Fortsetzung beigefügt werden können, was doch ohne Zweifel früher der Fall gewesen sein muss. Messungen würden somit hier zu keinem brauchbaren Resultate führen. Soviel sich übrigens überhaupt aus den veränderten Formen auf die ursprünglichen Dimensionen schliessen lässt, scheinen diese Zellen keinen ausgesprochenen Herbstholzzellencharakter besessen zu haben, sodass die Jahrringe, wenn nicht diese Druckverschiebung hinzugekommen wäre, welche die Grenzen deutlicher hervortreten lässt, jedenfalls als undeutlich bezeichnet werden müssten.

Manche der Zellen freilich zeigen eine offenbar schon ursprünglich tangental flachgedrückte Form, wie dies für die Herbstholzzellen Regel ist. Auch spricht ausserdem der fast parallele Verlauf und die Regelmässigkeit der Distanz der schwarzen Linien dafür, dass die Zellenverhältnisse zonenartig verschieden sein mussten, da ziemlich gleich breite Bänder von Zellen in gleicher Weise demselben Drucke nachgegeben hatten. Hier muss aber daran erinnert werden, dass man ein Nachgeben eher bei den weitlumigen und dünnwandigen Frühjahrsholzzellen hätte erwarten sollen, als bei den stärker verdickten und widerstandsfähigeren Herbstholzzellen.

Endlich dürfte auch noch die auffallende Weitlumigkeit der auf die schwarzen Linien folgenden Zellen, welchen die diesen sich anschliessenden hellen Streifen ihren Ursprung verdanken, entschieden für die Auffassung der schwarzen Linien als Jahrringgrenzen sprechen. Diese 4 Jahrringe durchziehen den Schliff in einer ziemlich regelmässigen Entfernung von 3,66 mm, wir hätten somit die Jahrringweite zu 3—4 mm anzugeben.

Die Frühjahrsholzzellen sind im Allgemeinen rechteckig, mit abgestumpften Ecken, oder elliptisch und nur in wenigen Fällen polygonal (hexagonal).

Die Dimensionen der Frühjahrsholzzellen betragen (im Mittel aus 20 Messungen)

in radialer Richtung: 0,0509 mm

in tangentaler Richtung: 0,0313 mm

Die Dicke der Frühjahrsholzzellwand beträgt (im Mittel aus 20 Messungen) 0,0108 mm.

Da die Dimensionsverhältnisse im Herbstholze allzusehr gestört sind, haben die vorgenommenen Messungen zu wenig Werth, weshalb wir dieselben hier weglassen.

Die Intercellularsubstanz ist meist gut erhalten und bildet häufig ein aus schwarzen, scharfen Linien gebildetes und zusammenhängendes Netz. Daneben ist auch die Secundärmembran in den meisten Fällen mehr oder weniger deutlich erkennbar.

Die Ausfüllungsmasse der Zellen tritt in allen Nuancen, vom blassesten Hellbraun bis zum Schwarzen auf, so jedoch, dass sie bei den helleren Zellen im Allgemeinen am Rande der Zelle dunkler ist, als in der Mitte derselben. Dazwischen treten Spalten und Risse auf, welche von schwarzer Gesteinsmasse erfüllt sind wie solche auch bei manchen Markstrahlen vorkommen.

In manchen Zellen findet sich die Gesteinsmasse in Crystallen angesammelt.

Die Markstrahlen sind ausserordentlich zahlreich; als Durchschnitt von 200 Zählungen ergab sich das Vorkommen je 1 Markstrahles auf 4 radiale Holzzellreihen.

Harzzellen konnten auf dem Querschliffe an ihrem Inhalte, der verschieden dunkel erscheinenden Ausfüllungssubstanz wegen, nicht erkannt werden; wir müssen daher das Vorkommen oder Fehlen von Harzzellen bis auf die Untersuchungen der radialen und tangentalen Schliffe dahingestellt sein lassen. —

2. Radialschliff.

Die Holzzellen scheinen im Allgemeinen lang zu sein, sind jedoch, der nicht genau longitudinalen Richtung des Schliffes wegen, nicht überall messbar; die wenigen sehr kurzen und desshalb messbaren zeigen eine Länge von ca. 0,5 mm und sind an ihren Enden stark abgebogen. (Taf. I, Fig. 2.)

Die radialen Wände der Holzzellen sind reich an behöften Tüpfeln, welche theils in eine Reihe, theils aber auch (und zwar sehr häufig) in 2 Reihen angeordnet sind. In letzterem Falle alterniren die Tüpfel stets, stehen niemals opponirt. Einreihige Tüpfel füllen die Holzzellwand nicht vollständig aus, wohl aber zweireihige. Die Tüpfel selbst berühren einander und platten sich gegenseitig ab, sodass die äusseren Höfe der einreihigen Tüpfel die Form gegenseitig sich abplattender Ellipsen, die zweireihigen dagegen diejenige regelmässiger Sechsecke annehmen. (Taf. I, Fig. 2.)

Die innern Höfe sind kreisrund bis oval und erscheinen oft, im Zusammenhange mit der spiralig-schiefen Streifung, welche an den meisten Stellen sehr deutlich hervortritt, eiförmig, mit nach oben und unten schwanzförmig ausgezogenen Enden.

Die Dimensionsverhältnisse der gehöften radialen Holzzelltüpfel sind (im Mittel aus 20 Messungen) folgende:

Der äussere Hof misst

im queren Durchmesser: 0,0169—0,0215 mm

und im longitudinalen Durchmesser: 0,0137—0,0182 mm

Der innere Hof misst im Durchmesser 0,0063 mm.

Harzzellen fehlen vollständig, dagegen finden sich ziemlich häufig gefächerte Holzzellen; sie sind weitlumig und zeigen eine Anzahl mehr oder weniger schiefe Linien, welche ohne Zweifel als Querwände zu deuten sind. Da sich nirgends in ihrem Innern Harz in Form von Tropfen oder runden Ballen findet, können wir diese Zellen nicht für Harzzellen halten. (Taf. II, Fig. 1—4.)

Nicht damit zu verwechseln sind sehr häufig auftretende ähnliche Linien ohne doppelte Contouren, welche nicht als Querwände sondern vielmehr als zufällig im Versteinerungsmaterial entstandene Risse oder Spalten gedeutet werden müssen. (Taf. II, Fig. 1—4.) [Siehe auch Tafelerklärung].

Die Markstrahlen sind sehr zahlreich und sehr hoch. Die einzelnen Markstrahlzellen dagegen sind niedrig, sodass sie an den Kreuzungsstellen mit den Holzzellen sehr flache (niedrige), aber breite Rechtecke bilden. Die Zahl der Markstrahl—Holz—Zelltüpfel beträgt in den meisten Fällen 1, seltener 2, und sehr selten 3 Tüpfel pro Holzzelle. (Taf. I, Fig. 3 und Taf. II, Fig. 5 und 6.)

Die einzeln stehenden Tüpfel sind relativ gross, zuweilen fast die ganze Zellhöhe einnehmend, bis 0,0135 mm, wogegen die zu mehreren auftretenden entsprechend kleiner sind, woraus hervorgeht, dass die grössere Anzahl Tüpfel nicht durch grössere Holzzellbreite, nicht durch grösseren Raum bedingt ist. Die Grösse der Tüpfel beträgt im Durchschnitte 0,0091 mm, doch habe ich einzelne Poren gemessen, deren Durchmesser 0,0137 mm beträgt.

Die tangentalen Holzzellwände zeigen an den Kreuzungsstellen mit den Markstrahlzellwänden sehr starke Anschwellungen, welche den ursprünglich rechteckigen, von beiden eingeschlossenen Zellwandstücken eine ovale Form verleihen. (Taf. I, Fig. 3.)

Poröse Verdickungen der horizontal oder tangental verlaufenden Markstrahlzellwände fehlen.

3. Tangentalschliff.

Auch hier treten wieder häufig die gefächerten Holzzellen auf, während Harzzellen vollständig fehlen; ebenso wie diese fehlen auch die Tüpfel auf den tangental verlaufenden Holzzellwänden.

Die zahlreichen Markstrahlen zeigen durchweg eine bedeutende Höhe. Solche von 12—30 Zellen Höhe sind am häufigsten, doch habe ich einzelne gefunden, welche bis 60, 70 und einmal sogar 82 übereinander gelagerte Zellen zeigten, während anderseits auch 1—12 Zellen hohe vorkommen, sodass wir die Höhe der Markstrahlen als 1—82 Zellen hoch angeben können.

Sie sind meistens einschichtig, zuweilen jedoch, wenigstens streckenweise zweischichtig, und besitzen im Allgemeinen langgestreckte schmale Spindelform. (Taf. II, Fig. 7 und 8 und Taf. III, Fig. 9.)

Die einzelnen Zellen besitzen eine Höhe von (im Mittel aus 100 Messungen) 0,026 mm, sind also niedrig zu nennen und zeigen eirunde oder elliptische Gestalt.

Was das Vorkommen der Markstrahlen der Zahl nach betrifft, so kommen, nach der von Gr. Kraus neuerdings angewandten Methode, auf die Fläche eines Quadratmillimeters (im Mittel aus mehreren an verschiedenen Stellen vorgenommenen Messungen) ca. 54 Markstrahlen, wobei auch solche Markstrahlen mitgezählt worden sind, deren eines Ende ausserhalb der Grenzen des Quadratmillimeters lag. Die 54 Markstrahlen bestehen (soweit dieselben im Quadratmillimeter liegen) aus 379 Zellen, woraus ersichtlich ist, wie ausserordentlich häufig das Auftreten von Markstrahlzellen neben den Holzzellen ist. —

Die Volumenbestimmung*) der Markstrahlzellen gegenüber den Holzzellen im Kubikmillimeter ergab bei 54 Markstrahlen, mit 379 Zellen, deren Durchmesser im Mittel 0,01997 und 0,0263 mm betrugen: 0,156220 mm^3 Markstrahlzellvolumen

0,843780 mm^3 Holzzellvolumen

1,000000 mm^3 Holz.

Das Verhältniss zwischen Markstrahlzellen und Holzzellen wäre somit 1 : 5,40, d. h. es sind 5,4 mal mehr Holzzellvolumina als Markstrahlzellvolumina im Kubikmillimeter.

C. Bestimmung des Holzes.

Wie schon erwähnt, haben wir es hier mit einem Coniferenholz zu thun, indem Gefässe und vielschichtige Markstrahlen fehlen.

Nach den bisherigen Forschungen über fossile Hölzer und deren anatomischen Bau lassen sich die sämmtlichen bis jetzt bestimmten fossilen Nadelhölzer in 5 Typen gruppiren, welche ihre Characteristica alle der Holzstructur entnehmen.

Der erste dieser 5 Typen umfasst die Gruppe Araucaroxylon, welche von noch jetzt lebenden Pflanzen: Araucaria und Dammara in sich schliesst, und von Gœppert in der „Monographie der fossilen Coniferen“ folgendermassen beschrieben wird:

„Truncorum structura fere Araucarium viventium. Trunci ipsi e medulla centrali et e ligni stratis concentricis plus minusve conspicuis vel obsoletis formati. Cellulæ ligni prosenchymatosæ, porosæ. Pori in 1—4 seriebus et in linea spirali dispositi contigui, demum ob mutuam pressionem sexangularibus, plerumque nonnisi in parietibus radiis medullaribus parallelis et invicem oppositis obviis. Radii medullares minores simplici rarius duplici cellularum serie formantur.“

*) Siehe Seite 68.

Da unser Fossil 1) nur fragliche Deutlichkeit der vorhandenen Jahrringe,
2) keine Harzzellen,
3) alternirende, in 1—2, sehr selten 3 Reihen geordnete, einander berührende und meist hexagonal abgeplattete Holzzelltüpfel auf den radialen Holzzellwänden,
und endlich 4) meist nur einschichtige, selten zweischichtige Markstrahlen und zwar erstere in grosser Menge aufweist, so ist dasselbe offenbar der oben characterisirten Gruppe „Araucaroxylon“ einzureihen.

Um zu constatiren, ob unser Holz mit irgend einem recenten oder fossilen Holze derselben Gruppe zu identificiren ist, habe ich in der folgenden Tabelle alle mir in Beschreibungen, Abbildungen, Schliffen des Arboretum fossile von Gœppert, fossilen Stücken oder an recenten Exemplaren zu Gebote stehenden hieher gehörigen Hölzer zusammengestellt. (Tabelle I).

Ehe wir zur eigentlichen Bestimmung übergehen, müssen wir noch einen Blick auf die neuerdings mit zur Gruppe Araucaroxylon gezählten Cordaitiden werfen. Sie besitzen nach Grand'Eury*) einen grossen Markcylinder wie die Cycadeen, welcher früher unter dem Namen Artisia bekannt war und von einem aus Araucarien-artig getüpfelten Prosenchymzellen und einfachen Markstrahlen gebildeten Holzmantel umgeben ist.

Auch Saporta**) gibt an, dass das Holz, welches den Stamm der Cordaiten gebildet habe, ein Dadoxylon sei, und Sterzel***) zieht ebenfalls viele Araucariten zu Cordaites; Renault†) erklärt alle Araucariten der Steinkohle für Cordaiten.

Mit Bezug auf die Aehnlichkeit der Cordaiten mit den bekannten Coniferen sagt Grand'Eury, nachdem er die Aehnlichkeit der Cordaitesblätter mit denen von Dammara und Podocarpus hervorgehoben, vom Holze folgendes:

„Le bois est bien analogue à celui des Araucauria, mais par ses larges pores moins aréolés et surtout par sa tendance à avoir des rayons médullaires composés, il s'éloigne de tous les bois connus de conifères, où ses rayons sont constamment simples.“

Diese letztere Bemerkung ist unrichtig, indem eine ganze Anzahl fossiler und recenter Coniferenhölzer 2-, 3-, 4- und sogar 5-schichtige Markstrahlen aufweisen, wie dies aus der früher gegebenen Tabelle ersichtlich ist.

Grand'Eury nennt das Holz der Cordaiten Cordaixylon und unterscheidet zwei Gruppen, deren eine kaum oder gar nicht sichtbare Jahresgrenzen und 2—4 Reihen meist breiter, offener, wenig behöfter, alternirender, oder die hexagonalen Maschen eines die

*) Cyrille Grand'Eury: «Mémoire sur la flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France», in «mémoires présentés par divers savants à l'académie des sciences de l'institut de France». p. 256—264.

**) Saporta: Paléontologie française. Série II.

***) Sterzel: Neues Jahrbuch für Mineralogie. 1876.

†) Renault: Structure et affinités botaniques des Cordaites. 1878.

ganze Holzzellwand bedeckenden Netzes bildender Poren besitzt. („pourvues aux faces radiales de deux à quatre rangées en moyenne de larges pores ouverts, peu aréolés, alternes ou formant les mailles d'un réseau hexagonal parfait".) Sie haben einfache, seltener in ihrer Mitte verdoppelte Markstrahlen, deren Mehrschichtigkeit jedoch nie den Grad erreicht, welcher bei Pissadendron vorkommt.

Die zweite Gruppe zeigt deutlichere Jahresringe und nur eine Reihe kleiner Poren mit grossen Höfen, die jedoch dicht gedrängt sind und zwar zuweilen so, dass sie dislocirt und zufällig opponirt erscheinen. Wenn 2 Tüpfelreihen vorkommen, so sind diese alternirend*). Die Markstrahlen sind stets einschichtig.

Die von Grand'Eury als Cordaitenhölzer bestimmten Fossile sind von ihm als:

Dadoxylon intermedium (in der ersten Gruppe),

Dadoxylon stephanense,

D. subrhodeanum (in der zweiten Gruppe) bezeichnet und unter diesen Namen unserer Tabelle beigefügt worden.

Schliesslich müssen wir hier noch 3 Araucariten erwähnen, welche nach Gœppert im Tertiären gefunden worden sind. Wir citiren die betreffende Stelle**).

„Merkwürdiger Weise, insoweit es sich um die uns allein bekannten Stämme handelt, also in diesem Sinne, gehen die Araucarien über die Kreide nicht hinaus, fehlen uns bis jetzt wenigstens in dem Massengehölze der Tertiärformation und kommen erst in der Gegenwart wieder zum Vorschein, jedoch nicht in der nördlichen Halbkugel, sondern nur in der südlichen. In der südlichen Halbkugel kommen sie auch fossil vor und zwar auf der Insel Kerguelen, nach Exemplaren, welche ich dem Capitain zur See, Baron von Schleinitz, verdanke. Drei in ihrem äussern sehr verschiedene, innerlich aber in ihrer Araucarien-Natur sehr ähnliche versteinte Stücke machen zugleich den ganzen Inhalt der gesammten bis jetzt bekannten antarktischen Flora aus. Sie kommen dort in einer von Basalten durchbrochenen und von ihr eingeschlossenen Tertiärformation mit anthracitischen Kohlenlagern vor".

Von Professor Oswald Heer erhielt ich, in Folge der ihm gemachten Mittheilungen 4 Stückchen fossilen Holzes, welche von Prof. Theod. Studer, einem Theilnehmer der oben genannten preussischen Expedition unter Baron von Schleinitz ebenfalls auf Kerguelens-Land gesammelt und hieher gebracht worden waren. Die Vermuthung liegt daher sehr nahe, dass sie von denselben drei Stämmen herrühren dürften.

---

*) In dieser Erklärung liegt ein entschiedener Widerspruch, indem Grand'Eury anfangs eine Reihe Tüpfel als Characteristicum der Gruppe angibt, am Ende dagegen plötzlich von zwei Reihen spricht, bei welchen Alternanz Regel ist; wenn hier von Regel die Rede ist, so muss der Fall häufig vorkommen. («car, en cas de deux rangées l'alternance est de règle»). Somit führt diese Gruppe 1—2 Reihen Tüpfel.

**) Goeppert: «Revision meiner Arbeiten über die Stämme der fossilen Coniferen». pag. 21.

Wie mir inzwischen Prof. Studer persönlich mitgetheilt hat, stammen die betreffenden Stücke von Baron von Schleinitz selbst, indem Studer bei der Auffindung der fossilen Hölzer an der Westküste der Insel nicht zugegen war; unsere Vermuthung schien daher der Wahrheit sehr nahe. Ich erhielt die Erlaubniss, diese kleinen und Herrn Prof. Heer kostbaren Stückchen einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen, wobei ich mich jedoch mit Splittern begnügen musste, da Schliffe nicht gemacht werden konnten. Es gelang mir jedoch bei allen 4 Hölzern Splitter abzusprengen, welche meist gut radiale Richtung hatten und auch, nachdem sie mit Schulz'schem Reagenz behandelt worden, deutliche und helle Stellen in Menge zeigten, an welchen Form, Zahl und Anordnung der Holzzelltüpfel, sowie Markstrahlen und deren Tüpfel leicht erkennbar waren.

No. 1 zeigt im Allgemeinen wenig Holzstructur, selten sind die Holzzelllängswände erkennbar. An 3 Splittern sieht man deutlich eine Reihe einander nicht berührender, behöfter Tüpfel, oder deren Stellung ist in durch Verwesung hervorgebrachten runden Löchern erkennbar. (Tafel IV, Fig. 1a, 2a und Fig. 3a.) Zuweilen beobachtet man Zellen mit eigenartig verdickten Längswänden, in welchen runde, dunkle, aber durchscheinende Tropfen sich vorfinden. (Tafel IV, Fig. 4a, 5a.) Da ausserdem einzelne Zellen entschieden mehr oder weniger verdickte Querwände und in deren Nähe tropfenartig angesammelte Massen unterscheiden lassen, dürfen wir diese Zellstücke wohl als Harzzellen deuten. (Tafel IV, Fig. 6a und 7a.) Auf einem in tangentaler Richtung abgesprengten Splitter lässt sich ein einschichtiger, 5 Zellen hoher Markstrahl in ganz schwachen Umrissen erkennen.

No. 2 zeigt sehr deutlich den gesammten anatomischen Bau. Ziemlich dicke Längswände, grosse, einander fern gerückte, oval behöfte Tüpfel, zahlreiche Harzzellenstücke mit Querwänden, sowie endlich 2—3 Zellen hohe, einfache Markstrahlen mit 1—4 ziemlich grossen Markstrahlzelltüpfeln, geben uns den Charakter des Fossils. (Tafel IV, Fig. 1—10, exclusive 1a—7a).

No. 3 zeigt ungefähr dieselben anatomischen Verhältnisse, jedoch im Allgemeinen in kleineren Dimensionen und mit nicht so deutlicher Struktur. Dagegen können hier bis 8 Zellen hohe einschichtige Markstrahlen beobachtet werden. (Tafel IV, Fig. 11—19.)

No. 4 zeigt kaum mehr irgend welche Holzstructur und ist total verkohlt; vielleicht dürfen mancherlei hellbraune, rundliche, durch ihre Klarheit auffallende, tropfenartige Stellen als Harzeinschlüsse aufgefasst werden. Ein einziges Mal (unter sehr zahlreichen untersuchten Splittern) konnten 5 parallele Linien beobachtet werden, die wol Ueberreste von 5 Holzzelllängswänden sein mögen.

Diesen Beobachtungen gemäss halten wir uns für berechtigt, die 4 Fossile als von ein und derselben Pflanze, vielleicht sogar als verschiedenen Stellen desselben Stammes herrührend zu bezeichnen. Ihr anatomischer Bau ist aber ohne jeden Zweifel nicht derjenige eines Araucariten, sondern vielmehr der eines Cupressoxylon, indem ganz allgemein und constant (soweit es der Zustand des untersuchten Materials erkennen liess):

1) die behöften Tüpfel sich nicht berühren, jedoch zahlreich und einreihig auftreten;

2) Harzzellen mit zahlreichen fossilen Harzballen oder Tropfen und verdickten Querwänden, sowie

3) einreihige und 1—8 Zellen hohe Markstrahlen sich vorfinden.

Es bleibt uns also nichts anderes übrig, als die Annahme, dass die von Goeppert untersuchten Holzstücke von Kerguelens-Land nicht identisch sind mit den unsrigen, und dass neben dem Araucarites von Goeppert auf Kerguelens-Land eine tertiäre Conifere existirt, welche wir der Untersuchung gemäss:

Cupressoxylon antarcticum Beust nennen wollen, welcher Benennung wir folgende Diagnose beifügen:

C. poris uniserialibus, crebris sed non contiguis, radiis medullaribus crebris, uniserialibus e cellulis 1—8 superpositis formatis, ductibus resiniferis simplicibus crebris.

Gehen wir nun zur eigentlichen Vergleichung des hier in Betracht zu ziehenden Materials mit unserem Fossil über, so ergibt sich aus der früher gegebenen Tabelle, dass keine der recenten Araucarien oder Dammara-Arten mit unserem Fossil übereinstimmt und zwar aus folgenden Gründen:

1) Nur eine einzige Reihe von Holzzelltüpfeln führen:

Araucaria excelsa.
— *Bidwilli.*
Dammara obtusa.
— *australis.*

2) 2—15 Markstrahlzelltüpfel pro Holzzelle besitzen:

Araucaria brasiliensis,
— *Cookii.*
— *imbricata.*
— *excelsa.*
— *Bidwilli.*
Ferner: *Dammara obtusa.*
— *australis.*

3) Alle oben angeführten Araucaurien und Dammara-Arten haben nur einschichtige Markstrahlen.

Unserem Fossil am nächsten würde *Araucaria Cunninghami* stehen, welche 1—2 Reihen Holzzelltüpfel und 1—4 Markstrahlzelltüpfel pro Holzzelle aufweist, dagegen nur einschichtige, 1—19 Zellen hohe Markstrahlen und auf den tangental verlaufenden Holzzellwänden reichliche Tüpfel, sowie nicht allzuhäufige Harzzellen besitzt. Somit kann auch diese Species hier nicht in Betracht kommen.

Von den bis jetzt untersuchten fossilen Araucariten können wir folgende eliminiren:

1) Diejenigen, welche 1—5 schichtige Markstrahlen besitzen, nämlich:

Pissadendron Ung.
Pitys With.
Dadoxylon antiquius Daws.
— *annulatum Daws.*
Araucarites ambiguus Goepp.
— *Keuperianus Goepp.*
— *medullosus Goepp.*
— *Beinertianus Goepp.*
— *Aegyptiacus Goepp.*
Araucarioxylon Schmidianum Fel.

2) Diejenigen, welche 1—5 Reihen von Holzzelltüpfeln besitzen und ferner diejenigen, welche zwar nur 2 oder 3 Reihen Tüpfel, dann aber nie eine einzige Reihe zeigen. Auch *Araucarites cupreus* soll hier mit angeführt werden, da er meist 3, selten 2, sehr selten 1 Reihe Holzzelltüpfel führt. Eliminiren können wir somit hier folgende Species:

Araucarites argillicola Eichw.
Asterodendron Eichw.
Araucarites materiarum Goepp.
— *Acadianus Goepp.* (*Dadox. acad. Daws.*)
— *Aegyptiacus Goepp.*
— *Beinertianus Goepp.*
— *Tschichatcheffianus Goepp.*
— *Brandlingii Goepp.* (*With.*)
— *saxonicus Goepp.*
— *Richteri Ung.*
— *pachytichus Goepp.*
— *medullosus Goepp.*
— *carbonaceus Goepp.*
— *Rolley Ung.*
— *subtilis Merckl.*
— *permicus Merckl.*
— *ambiguus Goepp.*
— *cupreus Goepp.*
Dadoxylon intermedium Grd'Eury. —

Von den übrigen Araucariten können auch folgende mit unserem nicht verwandt sein, indem dieselben constant nur 1 Reihe von Holzzelltüpfeln besitzen:

Araucarites stellaris Goepp.
— *Schrollianus Goepp.*
— *orientalis Goepp.*
— *Edwardianus Williams.*
— *Biarmicus Eichw.*
Dadoxylon subrhodeanum Grd'Eury.

Somit bleiben zur näheren Vergleichung noch folgende Araucariten übrig:

Araucarites vogesiacus Goepp. mit nur einschichtigen Markstrahlen.
— *Stigmolithus Goepp.* mit nur einschichtigen, 1—20 Zellen hohen Markstrahlen.
— *Valdajolensis Mougeot* mit nur einschichtigen, 1—20 Zellen hohen Markstrahlen und fast immer 2 Reihen Holzzelltüpfeln.
— *Kutorgae Merckl.* mit nur einschichtigen, 4—10 Zellen hohen Markstrahlen und nur selten 2 Reihen Holzzelltüpfeln.
— *Fleurotti Goepp. (Ung. spec.)* mit nur einschichtigen, 4—6 Zellen hohen Markstrahlen und selten 2 Reihen Holzzelltüpfeln.
Dadoxylon stephanense Grd'Eury, mit sehr wenigen, stets einschichtigen und nur 1—3 Zellen hohen Markstrahlen.

Da auch diese Hölzer, wie aus den beigefügten Merkmalen hervorgeht, offenbar nicht mit unserem Araucaroxylon übereinstimmen, bleibt uns nur noch *Ar. Rhodeanus Goepp.* zur Vergleichung übrig. Dieser wird von Goeppert in dessen „Fossile Flora der permischen Formation" folgendermassen geschildert:

„A. ligni stratis concentricis manifestis, cellulis prosenchymatosis subpachytichis punctis uni- vel bi-serialibus contiguis, radiis medullaribus simplicibus e cellulis 1-plurimis formatis." Dieser Diagnose fügt Goeppert in der „Revision meiner Arbeiten über die Stämme der fossilen Coniferen" die Bemerkung bei, dass die Markstrahlen auch 2-stöckig (zweischichtig) vorkommen.

Im Allgemeinen scheint diese Diagnose mit unserem Araucaroxylon ziemlich gut übereinzustimmen, bei genauerer Vergleichung jedoch mit einer von Stenzel ausgeführten und in Goeppert's permischen Flora abgedruckten Zeichnung glauben wir auch diesen Araucariten als mit unserem nicht identisch bezeichnen zu müssen.

Nach dieser Zeichnung nämlich scheinen einreihige Holzzelltüpfel vorherrschend zu sein, sowie nur 1—54 Zellen hohe, einschichtige Markstrahlen vorzukommen. Leider lässt sich nicht constatiren, wie es sich mit der Zahl der Markstrahlzelltüpfel verhält. Dieser Punkt ist aber gerade sehr wesentlich, indem alle von mir untersuchten recenten und fossilen Araucarien eine grössere Zahl von Markstrahlzelltüpfeln pro Holzzelle, nämlich

2—15 aufweisen, während unser Fossil meist nur 1 Tüpfel, selten 2, in ganz vereinzelten Fällen 3 Tüpfel zeigt. Da von diesem auffallenden Merkmale bei *A. Rhodeanus* nichts erwähnt ist, glaube ich annehmen zu dürfen, dass der *A. Rhodeanus* sich in diesem Punkte wie seine vielen übrigen Verwandten verhalte. Ausserdem stimmt der Bau der Holzzellen unseres Araucaroxylon in den eigenartig ausgeschweiften Verdickungen an den Kreuzungsstellen der Holz- und Markstrahlzellen ebenfalls mit Stenzel's Zeichnung nicht überein.

Endlich aber ist auch das Vorkommen des *Ar. Rhodeanus Goepp.* in der Kohlenformation durchaus nicht in Einklang zu bringen mit unserem Araucaroxylon, welcher entschieden aus tertiären Schichten stammt.

Nach allen diesen Vergleichungen gelangen wir zu dem Schlusse, dass keiner der bisherigen Araucariten (sowie der hieher gehörigen Arten von *Pissadendron*, *Pitys* und *Dadoxylon*) mit unserem Fossil genügend übereinstimmt, um es mit einem derselben zu identificiren.

Prof. Dr. O. Heer theilte mir nun mit, das zwar bis jetzt noch kein Araucarites im Tertiären Grönlands gefunden worden sei, wohl aber eine ***Sequoia Sternbergii,*** von welcher neuerdings Zapfen und Schuppen gefunden wurden, welche Araucarienzapfen sehr ähnlich waren und auch von Marion als solche zuerst bestimmt worden waren. Es liegt daher die Vermuthung nahe, dass diese *Sequoia Sternbergii* ein intermediäres Genus zwischen Sequoia und Araucaria bildet, welches die Holzstructur der Araucarien mit den Zweigen und Zapfen der Sequoia in ein und derselben Pflanze vereinigt.

Da aber diese *Sequoia Sternbergii* nur aus Zapfen, Schuppen und Zweigen bekannt ist, wir daher das Holz nicht mit dem unseren vergleichen können, so müssen wir die Frage offen lassen, ob unser Fossil der *Sequoia Sternbergii* als Holzstamm angehöre oder nicht.

Neben dieser Sequoia kommt in Atanekerdluk aber auch die *Sequoia Couttsiae* vielfach vor, welche selbe Sequoia in grossen Mengen in Bovey-Tracey (England) im Unter-Miocen sich findet, und zwar sowohl in zahlreichen Zweigen und Zapfen als auch in Holzstücken, die mit grosser Wahrscheinlichkeit ebenfalls dazu gerechnet werden dürfen. Von diesem englischen Fossil, welches seiner durchaus bröckeligen Consistenz wegen weder in Schliffen noch in Schnitten untersucht werden kann, habe ich eine grosse Menge kleiner Theilchen untersucht. Das fossile Holz zeigt an 3 verschiedenen Splittern Stellen mit deutlichen gehöften Tüpfeln, welche in 1 Reihe stehen, ziemlich gross sind, fast die ganze Holzzellwand ausfüllen, und sich nicht berühren. (Taf. III, Fig. 1, 2, 3.) Ausserdem befinden sich zwischen den Holzzellen zahlreiche mit Querwänden versehene Zellen, welche einen gleichmässig gefärbten, homogenen oder mit Tropfen oder Körnern erfüllten, scharf rundlich abgegrenzten Inhalt führen. (Taf. III, Fig. 4—8.) Diese Inhaltsmassen sind braun und durchscheinend, oft ziemlich gross. Eine

derselben z. B. mass 0,1462 mm.) In manchen Zellen erfüllen eine Anzahl dunkelrothbrauner derartiger Inhaltsmassen den ganzen Zellraum; sie sind aneinandergereiht und so sehr gedrängt, dass sie sich in Folge dessen gegenseitig abplatten. (Taf. III, Fig. 8.)

Dass diese Sequoia mit unserem Araucaroxylon nichts zu thun haben kann, ist sofort ersichtlich.

Ich bezeichne daher dieses erste im grönländischen Tertiär gefundene Holz aus der Gruppe Araucaroxylon unter Zustimmung von Prof. Dr. Oswald Heer mit dem Speciesnamen: ***Araucaroxylon Heerii Beust,*** und lege ihm folgende Diagnose bei:

A. stratis concentricis minus distinctis, 2—3 mm latis, strati zona interiore et exteriore e cellulis pachytichis, in sectione transversali plerumque rectangularibus aut ovalibus rarius hexagonis formatis; poris magnis, hexagonis uni- vel bi- rarius tri-serialibus contiguis, alternantibus radiis medullaribus crebris simplicibus vel compositis, e cellularum seriebus 2 juxtapositis, e cellulis 1—82 superpositis formatis, cellulis singulis radiorum medullarium singulis raro duobus aut rarissime tribus paris cum cellula lignosa contigua junctis, ductibus resiniferis nullis. —

II. Ein erstes Stück fossiles Holz von der Haseninsel.

Ein fossiles Holzstück, welches aus den tertiären Schichten Grönlands, und zwar von der Haseninsel stammt, ist ein 30,2 cm langes, 7,5 cm breites und 4 cm dickes, schwach in der Längsrichtung abgebogenes Scheit, von einem jedenfalls sehr alten, dicken Stamme. Farbe und Verwitterungsrinde sind gleich derjenigen des als No. I früher beschriebenen Holzes, jedoch lassen sich auf der einen, stark verwitterten Bruchfläche eine Anzahl sehr regelmässiger, gleich weit von einander entfernter und nur ganz wenig gebogener Jahrringgrenzen deutlich erkennen.

Die mikroskopische Untersuchung ergab in jeder Beziehung fast genau dieselben Resultate wie diejenige des oben beschriebenen Holzes von Atanekerdluk, nur die Dimensionsverhältnisse der Zellen und Tüpfel differiren und werden 2 oder 3 Markstrahlzelltüpfel häufiger beobachtet als bei Nr. I. Wir können uns daher darauf beschränken, die bei der Untersuchung vorgenommenen Messungen hier zu notiren, welche je das Mittel aus wenigstens 20 Messungen darstellen.

Die Verhältnisse des Herbstholzes waren auch hier wiederum nicht messbar, da durch Druck und Verschiebung Form und Grösse der einzelnen Zellen allzusehr sich verändert hatten.

Frühjahrsholzzelllumen
in radialer Richtung — 0,05027 mm,
in tangentaler Richtung 0,03793 mm.
Die Holzzellwanddicke beträgt: 0,007 mm.
Die behöften Tüpfel haben einen
äussern Hof von 0,0159 mm
und einen innern Hof von 0,00548 mm im Durchmesser.

Die Markstrahlzelltüpfel messen im Durchmesser (wenn 1 pro Holzzelle) — 0,0141 mm. Auf dem Querschnitte gemessen kommen auf 100 radiale Holzzellreihen 24 Markstrahlen, somit ein Markstrahl auf ca. 4 radiale Holzzellreihen.

Auf 1 □ mm des Tangentalschliffes kommen 56 Markstrahlen, deren Höhe im Minimum 1 Zelle, im Maximum 70 Zellen beträgt. Von den 56 Markstrahlen sind 6 weniger als 7 Zellen hoch, während alle übrigen höher sind; solche von 20—40 Zellen Höhe herrschen vor. Die einzelne Markstrahlzelle (im tang. Schliffe gemessen) misst 0,0255 mm; ihre Breite 0,02193 mm. Die Volumenbestimmung der Markstrahlzellen ergab:

Markstrahlzellenvolumen:	0,1527633 mm³
Holzzellenvolumen:	0,8472367 mm³
	1,0000000 mm³ Holz.

Das Verhältniss der Markstrahlzellen zu den Holzzellen ist somit = 1 : 54 — (also übereinstimmend mit A. Heerii).

Es unterliegt nach allen Untersuchungen, Messungen und Vergleichen keinem Zweifel, dass das fossile Holz von der Haseninsel identisch ist mit demjenigen von Atanekerdluk und dass zur gleichen Zeitperiode an diesen einander nahe gelegenen, nur durch einen Meeresarm getrennten Orten ein und dasselbe ***Araucaroxylon Heerii*** einen Theil der Flora ausgemacht hat. —

III. Ein zweites Stück fossiles Holz von der Haseninsel.

A. Aeusseres des Holzes.

Das aus einer Unter-Miocenschicht der Haseninsel stammende fossile Holz hat eine braune Farbe und zeigt an verschiedenen Stellen Längsstreifung; zuweilen sind starke Krümmungen der Holzfasern noch deutlich erkennbar.

An einer Bruchfläche lassen sich 3 parallele ca. 1,2 mm weit von einander entfernte und gebogene Linien erkennen, welche offenbar die Jahrringe andeuten. An denjenigen Stellen, an welchen die Verwitterung am stärksten vorgeschritten zu sein scheint, ist das Versteinerungsmaterial dunkler und körnig; die Körnchen sind leicht abbröckelbar.

Bei der Untersuchung der äusseren Beschaffenheit des Stückes mit Hülfe der Lupe beobachten wir aus mehreren kleinen Rissen oder Spalten hervorragende, pinselförmig zerschlitzte Büschelchen, welche sich unter dem Mikroskope als auseinandergefasertes Holz, als einzelne Holzzellen erweisen. Ihren mikroskopischen Bau werden wir bei der Beschreibung des radialen Schliffes angeben, jedoch soll hier schon erwähnt werden, dass die feinere Holzstruktur an diesen Zellen viel besser erhalten war als an dem ganzen Holzstücke, von welchem unser Schliff gemacht worden ist. —

B. Mikroskopischer Bau des Fossils.

1. Querschliff.

Der untersuchte Querschliff ist oval und misst 16 mm zu 12 mm. Derselbe lässt makroskopisch 8 nach einer Seite hin abgebogene und daher sich dort bedeutend nähernde Linien erkennen, welche sich bei mikroskopischer Beobachtung als sehr deutliche Jahrringe erweisen.

Ihre Breite beträgt (an den weitern Stellen) 1—1,5 mm.

Die Frühjahrsholzzellen sind im Durchschnitte oval oder auch polyedrisch (dann meist hexagonal) dabei jedoch in Grösse und Form sehr unregelmässig. Die Herbstholzzellen dagegen sind im Allgemeinen rechteckig und nehmen ziemlich regelmässig gegen die Jahresgrenze hin an Grösse (in radialer Richtung) ab; sie haben eine starke tangentale Abplattung erlitten.

Die Dimensionsverhältnisse sind (im Mittel aus je 20 Messungen) folgende:

Die Frühjahrsholzzelllumina messen in radialer Richtung: 0,013713 mm — 0,04571 mm,
im Mittel 0,03360 mm,
in tangentaler Richtung: 0,00457 — 0,04113 mm,
im Mittel 0,02550 mm.

Die Holzzellwanddicke beträgt im Frühjahrsholz: 0,00662 mm.

Die Herbstholzzelllumina messen:
in radialer Richtung: 0,00228 mm — 0,01828 mm,
im Mittel 0,00799 mm,
in tangentaler Richtung: 0,004 mm — 0,02742 mm,
im Mittel 0,0182 mm.

Die Zellwanddicke im Herbstholze beträgt
0,00708 — 0,0119 mm.

Die Zellen lassen in vielen Fällen deutlich primäre und secundäre Membran unterscheiden, doch bildet die Intercellularsubstanz kein zusammenhängendes Netz mehr.

Die Frühjahrsholzzellen sind meist mit grauer bis schwarzer crystallinischer Gesteinsmasse erfüllt, oft sogar in solchem Grade, dass die einzelnen Zellen darunter nur undeutlich sichtbar sind. In sehr vielen Zellen befindet sich im Centrum eine Masse von dunkler Substanz, welche scharf gegen das übrige hellere Ausfüllungsmaterial absticht und im Allgemeinen der Form der äussern Zellencontour entspricht. (Tafel V, Fig. 2.)

Die Herbstholzzellwände sind fast immer sehr scharf und deutlich contourirt und ziemlich tief gelbbraun gefärbt, während die Lumina meist ganz hell und durchsichtig sind. (Tafel V, Fig. 1.)

Die Markstrahlen sind nicht häufig. Durchschnittlich kommt auf 9—10 radiale Holzzellreihen ein Markstrahl, dessen Zellen übrigens sehr oft von Harz erfüllt sind.

Harzzellen sind häufig und kommen, wenn auch nicht ausschliesslich, so doch meistens im Herbstholze vor. Sie sind leicht an ihrem tiefbraunen und doch klaren, gleichförmigen Inhalte, der sie von allen übrigen im Schliffe sichtbaren Zellen unterscheidet, erkennbar. (Tafel V, Fig. 1c.)

2. Radialschliff.

Die beiden rechteckigen Schliffe messen 17 mm zu 9,5 mm.

Die Frühjahrsholzzellen sind meist derart mit Gesteinsmaterial erfüllt, dass die genauere Holzstructur nicht daran untersucht werden kann. Häufig zeigen sie querwandartige Linien, welche jedoch, da sie keine doppelten Contouren aufweisen, als Risse im Gesteinsmaterial angesehen werden müssen. Die Herbstholzzellen, welche schon beim Querschliff als mit freiem Lumen und sehr ausgeprägten deutlichen Wänden beschrieben wurden, sind es hier allein, an welchen die feinere Holzstructur untersucht werden kann. Hier kommen uns die schon oben erwähnten gut erhaltenen Holzzellen zu Statten, welche leicht isolirt und untersucht werden können. Diese sowohl wie die Herbstholzzellen zeigen häufig (aber immer nur streckenweise) deutliche Tüpfelung. Die behöften Holzzelltüpfel stehen stets in einer einzigen Reihe und berühren sich niemals. Aeusserer und innerer Hof sind oval bis kreisförmig. Sehr häufig stehen die Tüpfel ganz auf der einen Seite der Zellwand, sodass daneben ein relativ sehr grosser Raum ohne Tüpfel bleibt. (Tafel V, Fig. 3.) Ueberhaupt ist die Zahl der Holzzelltüpfel jedenfalls keine grosse, sondern stehen dieselben zerstreut, vielfach sogar recht spärlich *).

---

*) Auf Tafel III, Fig. 11—13 sind einige Stellen abgebildet, welche die Stellung der Tüpfel verdeutlichen sollen (ferner auf Tafel V, Fig. 3—5); ein grösseres Uebersichtsbild des Radialschliffes zu geben war unmöglich, indem nur vereinzelte Stellen oder isolirte Zellen genügende Klarheit zur Untersuchung besassen. Fig. 4. und Fig. 5 Tafel V sind nicht mit der Camera lucida gezeichnet, da die betreffenden Untersuchungen mit zu starker Vergrösserung vorgenommen werden mussten.

Die Tüpfel zeigen (im Mittel aus je 20 Messungen) folgende Dimensionen:

Aeusserer Hof im Durchmesser: 0,011427 mm,

Innerer Hof im Durchmesser: 0,00685 mm.

Die Harzzellen sind meist sehr gut erhalten und an den Querwänden, wie auch an dem meist in länglichen, elliptischen Klumpen angesammelten Inhalte von dunkelbrauner Färbung leicht erkennbar. Die Querwände sind gewöhnlich gar nicht, selten ziemlich stark verdickt. (Von den sämmtlichen untersuchten Harzzellquerwänden zeigten nur 2 deutliche Verdickungen, deren eine auf Tafel III, Fig. 10 abgebildet ist. Die anderen auf Tafel III, Fig. 14—15 und Tafel V, 6 und 7.)

Auf den Längswänden der Harzzellen finden sich keine eigenartigen Tüpfel.

Die Markstrahlzellen finden weder an ihren horizontal, noch an ihren tangental verlaufenden Wänden Verdickungen (Tafel III, Fig. 11, 16 und 18). Die letzteren Wände erschienen an 2 Stellen des Schliffes geschwollen, doch wird dieses wohl eine durch den Verwesungs- oder durch den Versteinerungsprocess hervorgerufene Quellung der Zellwände sein.

Markstrahlholzzelltüpfel können fast nirgends mit Sicherheit nachgewiesen werden; häufig beobachtet man kleine helle, kreisförmige, tüpfelartige Stellen, welche, in grosser Menge auftretend, einem rundlichen Klumpen (Taf. III, Fig. 18) angehören, der seinerseits die Markstrahlzelle völlig ausfüllt. Diese hellen Stellen scheinen (bei stärkerer Vergrösserung untersucht) von granulöser Masse oder von Harzkügelchen oder Harztröpfchen herzurühren. Eine einzige Stelle zeigt deutliche Markstrahlholzzelltüpfel; sie ist auf Tafel III, Fig. 11 abgebildet. 3 runde, doppelt conturirte Tüpfel (welchen sich ein 4. anzureihen scheint), ganz nach Tüpfelart gruppirt, verbinden hier die Markstrahlzelle mit der Holzzelle. Die 4., scheinbare Verdickung ist zufällig, zeigt keine doppelte Contour und passt auch der Gruppirung nach nicht als 4. Tüpfel zur gleichen Zelle. Es scheint demnach die Zahl der Markstrahlzelltüpfel eine beschränkte, vermuthlich zwischen 2 und 4 schwankende zu sein; wie dieses bei vielen recenten Coniferen der Fall ist. Die tangentalen Holzzellwände besitzen an den Kreuzungsstellen mit den Markstrahlzellwänden keine Anschwellungen.

Die Markstrahlen selbst sind stets niedrig.

3. Tangentalschliff.

Der im Allgemeinen in Bezug auf Holzstructur schlecht erhaltene Schliff misst 18,5 mm zu 10 mm. Die Markstrahlen sind nicht zahlreich und stets niedrig. Auf 1 mm² kommen ca. 42 Markstrahlen mit zusammen 78 Zellen.

Von den 42 Markstrahlzellen erreichen

2 eine Höhe von 4 Zellen
1 eine Höhe von 3 Zellen
28 eine Höhe von 2 Zellen
11 eine Höhe von 1 Zelle,

woraus hervorgeht, dass zwei- und einzellige Markstrahlen im Holze vorherrschen. Die Maximalhöhe beträgt 5 Zellen übereinander. Die Höhe der einzelnen Markstrahlzelle beträgt (im Mittel aus 20 Messungen) 0,02239 mm. Die Markstrahlen sind stets einschichtig. (Tafel V, Fig. 8 und 9.)

Tangentaltüpfel scheinen die Holzzellwände nicht zu führen, doch waren die für diese Untersuchung brauchbaren Stellen zu spärlich, um ein definitves Urtheil fällen zu können.

Die Harzzellen verhalten sich wie die des Radialschliffes.

Die nachträglich vorgenommene Markstrahlzellvolumenbestimmung ergab folgendes Resultat:

42 Markstrahlen auf 1 mm^2 mit zusammen 78 Zellen, deren beide Durchmesser
im Mittel 0,020108 mm
und 0,02239 mm
gross sind, geben einen elliptischen Cylinder von
0,027568 mm^3 Markstrahlzellvolumen und
0,972432 mm^3 Holzzellvolumen auf
1,000000 mm^3 Holz.

Somit enthält der Kubikmillimeter Holz auf ein Theil Markstrahlzellvolumen 35,27 Theile Holzzellvolumen, das Verhältniss wäre somit durch 1 : 35,27 ausdrückbar.

C. Bestimmung des Holzes.

Das sofort als Coniferenholz erkennbare Fossil gehört ohne Zweifel zur Gruppe Cupressoxylon, welche von Goeppert in der „Monographie der fossilen Coniferen“ S. 196 folgendermassen geschildert wird:

„Truncorum structura fere Cupressinearum viventium. Trunci ipsi e cortice, ligno et medulla magis minusve centrali formati. Corticis pars fibrosa cellulis quadrangulis peripheriris, lignum e stratis concentricis angustis distinctis, strati zona exteriore plerumque angusta e cellulis pachytichis compressa, interiore multo latiore e vasis leptotichis formata, medulla ipsa e cellulis paucioribus pachytichis composita. Cellulæ ligni prosenchymatosæ, porosæ ductibus resiniferis simplicibus interjectis. Pori rotundi in simplici, in truncis annosioribus quoque duplici interdum tri vel quadruplici serie in eodem plano horizontali juxtapositi, in iis plerumque tantum cellularum parietibus, qui sibi oppositi et radiorum medullarium paralleli sunt vel in parietibus radiis medullaribus obversis interdum nonnulli vel etiam plurimi tamen minores in omnibus inveniuntur. Radii medullares similares minores simplici cellularum parenchymatosarum porosarum serie. Parietes earum

superiores et inferiores poris minutis, laterales majoribus instructi. Ductus resiniferi plerumque cellulis elongatis subquadrangulis superpositis formati inter ligni cellulas imprimis angustiores inveniuntur.“

Unser fossiles Holz zeigt:

1. Sehr deutlich abgegrenzte Jahrringe, sowie weitlumige ziemlich dickwandige Frühjahrsholzzellen und in radialer Richtung stark plattgedrückte, ziemlich stark verdickte Herbstholzzellen,
2. Holzzellen mit runden, in einer Reihe angeordneten zerstreut stehenden behöften Tüpfeln;
3. zahlreiche, meist im Herbstholze auftretende Harzzellen mit braunrothem bis dunkelbraunem Inhalte; und
4. wenig zahlreiche, stets einschichtige, aus meist 1—2, selten 3—4, höchstens aus 5 übereinandergelagerten Zellreihen aufgebaute Markstrahlen, woraus die Cupressoxylon-Natur des zu bestimmenden Fossils zur Genüge hervorgeht.

Zur Erleichterung der Vergleichung unseres Fossils mit den bisher bekannten fossilen Hölzern habe ich auch hier wieder eine Tabelle aller zur Gruppe Cupressoxylon gehörenden Species zusammengestellt. (Tafel II.)

Aus der Tabelle eliminiren können wir, als mit unserm Fossil nicht identisch:

1. Alle diejenigen Hölzer, welche mehr als eine Reihe (also 1—5 Reihen) Holzzelltüpfel führen, wobei jedoch diejenigen, welche 1 und nur zuweilen 2 Reihen Tüpfel besitzen, noch nicht mit in Betracht gezogen werden. Es sind dies folgende *):

Cupressoxylon Wolgicum Merckl.
— *Sequoianum Merckl.*
— *distichum Merckl.*
— *Fritscheanum Merckl.*
Peuce acerosa Ung.
— *Hœdliana Ung.*
— *Americana Ung.* (mit constant 2 Reihen kleiner Tüpfel und ohne Harzzellen.)
— *Hugeliana Ung.* (Ohne Harzzellen.)
— *affinis Ung.*
— *pannonica Ung.*
— *basaltica Ung.* (Mit constant zwei Reihen Tüpfeln.)
Sequoia canadensis Schr.

*) Die hier ausserdem beigefügten Merkmale sind stets solche, welche sich bei unserem Fossil nicht finden.

Rhizocupressoxylon pannonicum Fel.
Rhizocupressoxylon Protolarix Fel.
Cupressoxylon leptotichum Goepp.
— *subaequale Goepp.*
— *pulchrum Cr.*
— *polyommatum Cr.*
— *dubium Cr.*

2. Alle diejenigen, welche keine Harzzellen besitzen, nämlich:

Peuce Brauneana Ung.
— *Würtembergica Ung.*
— *minor Ung.*
— *Huttoniana With.*
— *Lindleyana With.*
— *Lesbia Ung.*

Diesen wollen wir ein Holz beifügen, welches sich durch die in auffallend geringer Menge vorkommenden Harzzellen auszeichnet und sich ausserdem durch 1—2 Reihen Holzzelltüpfel von unserem Fossile unterscheidet. Es ist dies *Cupressoxylon peucinum Goepp.*)*

3. Diejenigen Hölzer, welche 1—2-schichtige Markstrahlen besitzen, nämlich:

Cupressoxylon erraticum Merckl., mit 5—35 Zellen hohen Markstrahlen.
Peuce resinosa Ung., mit sehr weiten Jahrringen.
— *Withami Lindl. et Hutt.* mit sehr weiten Jahrringen.
— *Pritschardi Ung.* mit wenig deutlichen Jahrringen und 2—22 Zellen hohen Markstrahlen.

4. Diejenigen Hölzer, welche sich durch sehr hohe Markstrahlen auszeichnen, nämlich:

Cupressoxylon multiradiatum Goepp. mit 1—60 Zellen hohen Markstrahlen.
— *erraticum Teredinum Merckl.* Höhe der Markstrahlen 1—50 Zellen.
Thuyoxylon gypsaceum Ung. Höhe der Markstrahlen 1—25 Zellen.
Peuce australis Ung. mit 2—22 Zellen hohen Markstrahlen und 1—2 Reihen Holzzelltüpfeln.
— *tirolensis Ung.* mit 1—28 Zellen hohen Markstrahlen und 1—2 Reihen Tüpfeln.

---

*) C. peucinum Goepp. führt 1—10 Zellen hohe Markstrahlen. Das hiemit identische Thuyoxylum peucinum Ung. führt 1—40 Zellen hohe Markstrahlen. (Chloris protogaea von Unger.)

Cormo Cupressoxylon Protolarix Fel. mit 2—40 Zellen hohen Markstrahlen.

— *ucranicum Goepp.* mit 1—20 Zellen hohen Markstrahlen, 1—2 Reihen Holzzelltüpfeln und 3 in einer Reihe stehenden Markstrahlzelltüpfeln.

— *nodosum Goepp.* mit 1—2 Reihen Tüpfeln und 1—30 Zellen hohen Markstrahlen.

— *Hartigii Goepp.* mit 1—22 Zellen hohen Markstrahlen und 1—2 Reihen Tüpfeln.

5. Solche Hölzer, bei welchen die in 1—4 erwähnten Eigenschaften weniger stark ausgeprägt sind, die jedoch durch mehrfache Combinationen der verschiedenen Merkmale, als mit unserem Fossile nicht identisch erscheinen. Es sind dies:

Cupressoxylon aequale Goepp. mit 1—2 Reihen Holzzelltüpfeln, niedrigen, aber aus grossen runden Zellen gebildeten Markstrahlen und 3—6 Markstrahlzelltüpfeln.

Cladocupressoxylon Protolarix Fel. mit zwar nur einer Reihe Tüpfeln, welche aber in einer Längsreihe dicht hintereinander stehen, und mit 1—15 Zellen hohen Markstrahlen.

Cupressoxylon Severzovi Merckl. mit 1—10 Zellen hohen Markstrahlen, zahlreichen Tangentaltüpfeln und Lufthöhlen.

— *sylvestre Merckl.* mit 1—2 Reihen Holzzelltüpfeln, und 2—15 Zellen hohen Markstrahlen.

— *sanguineum Merckl.* mit 1—2 Reihen Holzzelltüpfel, 1—18 Zellen hohen Markstrahlen, 3 in einer Reihe stehenden Markstrahlzelltüpfeln und blutrothem Harzinhalte.

— *Breverni Merckl.*)* mit 1—2 Reihen Holzzelltüpfeln und 1—15 (meist 10) Zellen hohen Markstrahlen.

— *pachyderma Gœpp.* mit 1—2 Reihen**) fast berührender Holzzelltüpfel, 1—12 Zellen hohen Markstrahlen und auffallend verdickten horizontal und tangental verlaufenden Markstrahlzellwänden.

Glyptostrobus tener Kr. ausgezeichnet durch 2—4 grosse, runde Markstrahlzelltüpfel.

Somit würden mit unserem Fossil am meisten übereinstimmen:

Cupressoxylon juniperinum Goepp. (nur durch höhere Markstrahlen unterschieden und ebenfalls tertiär.)

---

*) C. Breverni hat nach Cramer nur 1—5 Zellen hohe Markstrahlen.

**) Der Diagnose nach besitzt C. pachyderma nur 1 Reihe von Holzzelltüpfeln; da in der beigefügten Zeichnung häufig 2 Tüpfel opponirt stehen, so führen wir hier 1—2 Reihen Tüpfel an.

Cupressoxylon arcuthicum Goepp. (wahrscheinlich tertiär).
— *ambiguum Goepp.*
— *arctannulatum Goepp.* (wahrscheinlich tertiär).
— *opacum Goepp.* (mit fast berührenden Holzzelltüpfeln).
— *Kiprianovi Merckl.* (mit 1—2 Reihen Tüpfeln).
— *uniradiatum Goepp.* (mit 1—2 Reihen Tüpfeln).

Eine absolute Uebereinstimmung unseres Fossils mit den oben genannten existirt freilich nicht, jedoch sind auch die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale so wenig scharf ausgesprochen, dass es hier mindestens sehr gewagt erscheint, auf Grund der oben angeführten Tabelle das Fossil von Grönland mit einem früher bestimmten zu identificiren oder daraus (weil nicht identificirbar) eine neue Species aufzustellen. Bevor wir uns daher definitiv hierüber aussprechen, wollen wir uns ein Urtheil zu bilden suchen über die Möglichkeit der Unterscheidung von Species, Gattungen oder grössern Gruppen innerhalb des Typus Cupressoxylon, auf Grund der Holzstructur und dabei ganz besonders diejenigen recenten Holzarten mit unserm Fossil vergleichen, deren Zweige, Blätter oder Früchte in denselben Schichten Grönlands und speciell auf der Haseninsel gefunden worden sind, deren Existenz zu gleicher Zeit mit unserm Fossil somit documentirt ist.

Nach C. Schröter gehören folgende lebende Coniferen zur Gruppe Cupressoxylon:

Cupressaceae.
Podocarpeae.
Phyllocladus.
Saxogothaea.
Salisburia.
Cryptomeria.
Taxodium.
Glyptostrobus.
Sequoia.
Cuninghamia.
Abies Webbiana Lindl.

Von den auf der Haseninsel, in den gleichen tertiären Schichten gefundenen und von Prof. Osw. Heer untersuchten und bestimmten*) Pflanzenresten, fallen folgende in die Gruppe Cupressoxylon:

1. *Taxodium distichum.*
2. *Libocedrus Sabiniana Hr.*
3. *Ginkgo adiantoides Ung.*

Ausserdem wurden in tertiären Schichten Grönlands gefunden:

Sequoia Sternbergii Goepp. (bei Svartenhuk).

*) «Flora fossilis arctica.» VII. Band.

Juniperus tertiaria Hr. (bei Igdlokunguak).
— *gracilis Hr.*
Libocedrus Sabiniana Hr. } (bei Ober Atanekerdluk).
Thuya borealis Hr.
— *Ehrenswärdi Hr.*
— *gracilis Hr.* (bei Naujat).
Cupressoxylon Breverni Merckl. (bei Sinigfik).
Widdringtonia helvetica Hr. (bei Rudliset).
Cupressoxylon ucranicum Goepp. (bei Ober Atanekerdluk).
Glyptostrobus Ungeri Hr. (bei Ober Atanekerdluk).
— *europaeus Brogn.* (bei Ober Atanekerdluk).
Sequoia Langsdorfii Brogn.
— *brevifolia Hr.* } (bei Atanekerdluk).
— *Couttsiae Hr.*
— *Nordenskiöldi Hr.* (bei Rugsinek).
— *obtusifolia Hr.* (bei Naujat).

In erster Linie müssen wir somit (als auf der Haseninsel gefundene tertiäre Typen)

Taxodium
Libocedrus
Ginkgo,

in zweiter Linie (als im übrigen Tertiären Grönlands vorhandene Typen)

Sequoia
Juniperus
Thuya
Widdringtonia
Glyptostrobus

in den Kreis unserer Untersuchungen und Vergleiche ziehen. Ich habe daher eine möglichst grosse Anzahl von Arten recenter Hölzer, welche der Gruppe Cupressoxylon entsprechen, untersucht*), und in einer Tabelle zusammengestellt. (Tabelle III u. IV.)

An Hand der Tabelle wollen wir nun untersuchen,

1) in wie weit jedes einzelne der zahlreichen Merkmale für eine Species, Gattung oder grössere Gruppe constant ist und dadurch zur Unterscheidung derselben von andern benutzt werden kann;
2) welche Species, Gattungen oder grösseren Gruppen durch die Gesammtheit ihrer Merkmale einen so ausgeprägten Charakter besitzen, dass sie dadurch von allen andern mit Sicherheit unterschieden werden können.

*) Wo das Material es gestattete, sind mehrere Stücke derselben Art von verschiedenen Orten stammend und an diesen wiederum verschiedene Stellen des gleichen Baumes untersucht worden. In der Tabelle erscheinen dieselben nur dann, wenn die Resultate verschieden sind.

I. Die Harzzellen.

1. Verdickung der Querwände kann im Allgemeinen nicht als Gattungsmerkmal gelten, indem z. B. bei Juniperus 2 verschiedene Species sich in dieser Beziehung durchaus gegentheilig verhalten; ebenso kommen bei *Podocarpus pungens*, *P. totara* und *P. macrophylla* ziemlich starke Verdickungen vor, während dieselben bei *P. latifolia*, *P. bracteata* und *P. salicifolia* absolut fehlen. Dagegen kann sehr starke poröse Verdickung, wie diese bei *Taxodium distichum* und *Thuya gigantea* regelmässig vorkommt als Unterscheidungsmerkmal für diese 2 Species gegenüber allen übrigen gelten.

2. Eigenartige Tüpfel der Längswände sind für folgende Gruppen resp. Gattungen und Species als Merkmal brauchbar:

Podocarpus
Glyptostrobus
Cupressus Macnabiana Murr.
Chamaecyparis Lawsoniana Parl.
— thyoides L.)*
Saxogothea conspicua Lindl.
Cryptomeria japonica Dom.
Cuninghamia sinensis Rich.
Sequoia gigantea Torr.

Diese besitzen nämlich zahlreiche, regelmässig auftretende Tüpfel auf den Harzzelllängswänden, welche durch scharfe Contouren und ihre meist sehr geringe Grösse, den übrigen Holzzeltüpfel gegenüber, auffallen.

Bei *Podocarpus Bracteata* verhalten sich die Durchmesser der Holzzelltüpfel zu denjenigen der Harzzelltüpfel wie 2 : 1; bei *Chamaecyparis thyoides* sind die Harzzelltüpfel gleich dem innern Hofe der Holzzelltüpfel; bei *Glyptostrobus* sind die Harzzelltüpfel kleiner als die Markstrahlzelltüpfel; bei *Cupressus Macnabiana* besitzen sie einen relativ grossen äusseren, dagegen auffallend kleinen innern Hof.

3. Das Vorkommen der Harzzellen nach Zahl und Gruppirung ist nur brauchbar, solange es sich um Vorkommen überhaupt oder um gänzliches Fehlen handelt. Die einzelnen Abstufungen können zur Bestimmung nicht dienen; auch die zonenartige Vertheilung ist nicht brauchbar, indem dieselbe durchschnittlich durch das häufig ans Herbstholz gebundene Auftreten der Harzzellen bedingt ist, woselbst die in grösserer Menge vorhandenen und auf engeren Raum zusammengedrängten Harzzellen das Bild peripherischer Zonen hervorbringen. Zonenartige Gruppirung im Frühjahrsholze kommen vor, sind jedoch zufällig und dürfen nicht als Eigenheit des Holzes aufgefasst werden. —

---

*) Andere Chamaecyparisspecies sind ausserordentlich arm an Harzzellen; für solche ist das Merkmal unbrauchbar.

II. Die Markstrahlzellen.

4. Das Vorkommen der Markstrahlen der Zahl nach lässt sich als diagnostisches Merkmal direkt nicht verwerthen, wie schon aus den Untersuchungen von Kraus und Essner klar hervorgeht. Auch die Resultate unserer Untersuchungen bestätigen dies vollständig.

Hiezu muss nun vor allen Dingen bemerkt werden, dass das Zählen der Markstrahlen auf dem Tangentalschnitte kein richtiges und daher auch kein brauchbares Resultat ergibt, indem gleiche Zahlen bei durchaus verschieden gebauten Hölzern gefunden werden können, oder aber umgekehrt. Wenn z. B. auf einem Schnitte 6 sehr hohe, den ganzen Schnitt in der Längsrichtung durchziehende Markstrahlen gezählt werden, während ein anderer deren 18 besitzt, welche aber sehr niedrig sind, sodass 3 in vertikaler Richtung über einander stehen, so wäre das durch die Zahlen 6 und 18 ausgedrückte Verhältniss entschieden unrichtig, da ohne Zweifel die Gesammtmenge der Markstrahlzellen auf dem scheinbar markstrahlzellärmeren (durch 6 ausgedrückten Schnitte) in Wirklichkeit bedeutend grösser sein müsste, als die Gesammtmenge des nur scheinbar (der Zahl 18 wegen) markstrahlreicheren Schnittes gleicher Grösse. Bedeutend richtiger dürfte daher das Zählen aller auf 1 □ mm befindlichen einzelnen Zellen sein, wie dies auch von Essner sowohl wie von Kraus, jedoch ohne grossen Erfolg, geschehen ist.*)

Um dem eben erwähnten Fehler auszuweichen, habe ich versucht, die Häufigkeit des Vorkommens der Markstrahlen durch das Verhältniss auszudrücken, welches zwischen radialen Holzzellreihen und Marktrahlen besteht und auf dem Querschnitte durch Zählung beider Elemente leicht bestimmt werden kann. Aber auch diese Methode erweist sich als ungenügend, denn einerseits werden dadurch constant Fehler begangen, dass die Messung (oder Zählung) nur in 1 Richtung vorgenommen wird, wodurch alle übrigen Markstrahlenverhältnisse vernachlässigt werden, anderseits aber sind (zum Theil gerade aus diesem Grunde) die Resultate, wie aus der Tabelle hervorgeht, zur Bestimmung ebensowenig verwendbar, wie diejenigen Essner's und Kraus'.

Je höher nämlich die Markstrahlen sind, um so mehr derselben werden vom Querschnitte getroffen und daher im Schnitte liegen; je niedriger sie sind, um so weniger werden in derselben Schnittfläche liegen, obgleich die faktische Zahl der vorhandenen Markstrahlzellen in beiden nahezu gleich sein kann.

Von den zahlreichen Beispielen möge hier eines folgen:

3 verschiedene Stücke von *Cryptomeria japonica Dom.*, welche verschiedenes Alter besassen, zeigten 3 Mittelresultate beim Zählen der Markstrahlen einerseits, sowie der

---

*) Beiträge zur Kenntniss fossiler Hölzer von Gregor Kraus, Halle 1882.
Ueber den diagnostischen Werth der Anzahl und Höhe der Markstrahlen bei den Coniferen von Dr. Benno Essner, Halle 1882.

dazwischenliegenden radialen Holzzellreihen anderseits, nämlich:

I. zeigt 20 Holzzellreihen auf 1 Markstrahl; Alter: 9 Jahre.
II. „ 4—5 „ „ 1 „ „ ca. 30 „
III. „ 5—6 „ „ 1 „ ; sehr alter Stamm.

Dabei zeigten die Markstrahlen der 3 Hölzer folgende Höhe im Mittel:

I. Markstrahlen 1—7 Zellen hoch;
III. „ 1—12 „ „
II. „ 1—15 „ „

Dass unter diesen Umständen derartige Verhältnisszahlen zur Bestimmung unbrauchbar sind, dürfte hiemit erwiesen sein, besonders wenn man bedenkt, dass Stücke verschiedenen Alters verschiedene Resultate aufweisen und man gewöhnlich das Alter (resp. den betreffenden Jahrring) des fossilen Holzstückes nicht genau genug kennt, um die dadurch bedingten Differenzen in Rechnung zu bringen.

5. Die Höhe der Markstrahlen, welche in allen früheren Diagnosen fossiler Hölzer so peinlich erwähnt wurde, ist nach den schon früher citirten Untersuchungen von Kraus und Essner noch weniger brauchbar, als die Zahl derselben. Obgleich meine Untersuchungen im Allgemeinen ganz mit diesem Resultate übereinstimmen, möchte ich die Verwerthung der Höhe doch wenigstens dann zulassen, wenn die Grenzen in den Extremen liegen; auch dann aber soll die Höhe nicht als diagnostisches, sondern bloss als unterscheidendes Merkmal benutzt werden, d. h. es können keine Hölzer, deren Markstrahlhöhe die gleiche ist, aus diesem Grunde als identisch erklärt werden, wohl aber können Hölzer als verschieden erkannt werden, wenn deren Markstrahlhöhen in extremen Grenzen liegen, da die Schwankungen in den Höhen doch beschränkt sind, und in jedem Holze eine gewisse Höhe der Markstrahlen vorherrscht.

So zeichnet sich *Cupressus* durch relativ hohe (20—32 Zellen hohe) Markstrahlen aus, und ebenso *Abies Webbiana* durch 25—30 Zellen hohe Markstrahlen.

6. Auch die Höhe der einzelnen Markstrahlzellen nützt uns sehr wenig, indem die hierbei beobachteten Minimal- und Maximalgrenzen zu wenig weit aus einander liegen.

Die kleinsten Zellen zeigten:

Saxagothaea conspicua Lindl
Retinospora pisifera } = 0,01736 mm

Die grössten Zellen besitzen:

Salisburia adiantifolia Salisb. = 0,03418 mm
Cuninghamia sinensis Rich. = 0,05028 mm als Maximum bei Markstrahlen von nur 1 Zelle Höhe.
Glyptostrobus heterophyllus = 0,041 mm.

Nachdem es sich gezeigt hat, dass diese 3 letzt erwähnten Merkmale nicht zur Diagnose brauchbar sind, liegt der Gedanke nahe, dass vielleicht eine Vereinigung derselben ein besseres Resultat liefern möchte, indem doch anzunehmen ist, dass ein für den Baum physiologisch so wichtiges Element, wie die Markstrahlen, auch in seinen räumlichen Verhältnissen eine gewisse Constanz zeigen werde.

Aus diesem Grunde möchte ich vorschlagen, die Markstrahlen in der Weise für die Diagnose zu verwerthen, dass man auf eine bestimmte Menge Holz das Volumen, welches die Markstrahlzellen darin einnehmen und das Volumen der darin enthaltenen Holzzellen bestimmt, um aus diesen beiden Zahlen das Verhältniss der Markstrahlen zum Holze zu berechnen.

Um zu diesen Zahlen zu gelangen, messen wir zunächst die Längs- und Quer-Durchmesser möglichst zahlreicher Markstrahlzellen auf dem Tangentalschnitte, um so zu den Mittelzahlen zu gelangen, welche uns die Flächenberechnung einer Zelle als Ellipse ermöglichen. — Nachdem hierauf die Anzahl der Markstrahlzellen auf 1 □ mm des Tangentalschnittes gezählt, berechnen wir den Volumen-Mittelwerth aller Markstrahlzellen im Cubikmillimeter, wobei wir uns dieselben als einen Cylinder denken, dessen Grundfläche elliptisch ist und aus der Summe aller einzelnen im Tangentalschnitte gezählten Markstrahlzellen besteht, und dessen Höhe (dem Cubikmillimeter entsprechend) als 1 mm angenommen werden kann, da auf dieser kurzen Strecke wohl kaum mehr als 1 Markstrahl in radialer Richtung sich finden wird. —

Subtrahiren wir diese Volumenzahl vom Kubikmillimeter, so gibt die Differenz das Volumen der sämmtlichen Holzzellen*) an und der Quotient beider Zahlen endlich drückt das Verhältniss aus, welches zwischen Holz- und Markstrahlzellen existirt. — Diese Methode dürfte den Vorzug haben, alle 3 Faktoren der Markstrahlen, nämlich: Höhe, Anzahl und Grösse in einer Zahl oder in einem Verhältnisse zu vereinigen, wodurch die Unvollständigkeit aller früheren Einzelzählungen dahinfällt. Vorläufig muss ich mich mit dem Vorschlage begnügen, und führe denselben nur für meine 3 Fossile, sowie für eine recente Art: *Libocedrus tetragona* aus, behalte mir jedoch vor, in einer weiteren Arbeit durch Untersuchung zahlreicher Hölzer die Frage zu einem Abschluss zu bringen, wobei es sich zeigen wird, ob diese Volumenbestimmung als diagnostisches Merkmal Werth haben wird oder nicht.

Die Berechnung für *Libocedrus tetragona Endl.* ergab folgende Resultate:**)

Auf 1 □ mm kommen 61 Markstrahlen mit zusammen 139 Zellen, welche folgende Dimensionen im Tangentalschnitte zeigen:

Längsdurchmesser: 0,0240 mm,
Querdurchmesser: 0,0205 mm.

---

*) Inclusive Holzparenchym und Harzzellen.

**) Alle Masszahlen sind natürlicherweise Mittelwerthe aus zahlreichen Messungen.

Die Fläche einer Zelle beträgt somit:

$$\frac{0{,}024 \times 0{,}0205 \times 3{,}14}{4}\ \text{mm}^2.$$

Die Grundfläche des Cylinders also:

$$\frac{0{,}024 \times 0{,}0205 \times 3{,}14 \times 139}{4}\ \text{mm}^2.$$

Der Cylinder selbst: 0,05368 mm³
Das Volumen Holz also: 0,94632 mm³

Zusammen: 1,00000 mm³ Holz.

Auf 1 mm³ Holz kommen somit 17,62 mal mehr Holzzellenvolumina als Markstrahlzellvolumina; die 2 Elemente verhalten sich daher ungefähr wie 1 : 17.

7. Als Merkmal wichtiger sind die Markstrahl-Holz-Zelltüpfel. Ihre Anzahl auf einer Holzzellbreite, sowie auch in einzelnen Fällen ihre Anordnung, ihre Grösse (besonders im Verhältniss zur Zellbreite und Höhe) und ihre Form dürfen in manchen Fällen mit Sicherheit als Charakteristica betrachtet werden. So zeigt z. B. *Octoclinis Backhousii Hill.* fast constant nur einen birnen- oder eiförmigen Porus; 2 Poren kommen nur sehr selten und dann immer in den grösseren Endzellen der höchsten Markstrahlen vor. Auch die *Podocarpen* sind durch sehr grosse Markstrahlzellporen ausgezeichnet; es kommen hier meist 1—2 Poren vor und zwar in der Weise, dass bei den höheren Markstrahlen die Zellen der äussersten (obersten und untersten) Reihen je 2, die der dazwischenliegenden fast constant nur je 1 Porus pro Holzzellbreite besitzen.

Diesen Hölzern stehen diejenigen gegenüber, bei welchen auf 1 Holzzellbreite 1—8 Markstrahlzelltüpfel sich befinden, nämlich:

Taxodium distichum Rich.
Chamaecyparis sphaeroidea Spach.

Zwischen diesen beiden Extremen finden sich viele Hölzer, welche durch das fast ganz regelmässige Auftreten von 2—4 Tüpfeln ausgezeichnet sind, wobei häufig die Zellen der äusseren Reihen 4, alle dazwischen liegenden aber nur 2 Tüpfel pro Holzzelle führen. (Doch kommen auch 3 und 1 Tüpfel vor.) Bei andern wiederum finden sich fast constant 1—2 Reihen von je 3 Tüpfeln, also 3 oder 6 Tüpfel pro Holzzelle; noch andere endlich besitzen 1—6 Tüpfel, welche ohne Regelmässigkeit in Zahl und Anordnung in allen möglichen Gruppirungen vorkommen; noch andere zeigen häufig Anordnung aller (1—5 Tüpfel) Tüpfel in eine Verticalreihe. — Hier mag bemerkt werden, dass im Allgemeinen in ungeraden Zahlen auftretende Tüpfel (3, 5, 7) seltener sind als die in geraden (2, 4, 6, 8) Zahlen vorkommenden, wovon nur 1 eine Ausnahme macht. —

Diese letzt genannten Verhältnisse in Zahl und Gruppirung lassen sich nur in wenigen Fällen diagnostisch verwerthen, da sie in demselben Holze zu häufigen Variationen unterworfen sind; die ersteren dagegen dürfen wir als diagnostisch werthvoll bezeichnen.

8. Die Anschwellung der horizontal verlaufenden Markstrahlzellwände an den Kreuzungstellen dieser mit den Holzzelllängswänden, wie dieselben (auf Radialschnitten) bei manchen Podocarpen, bei Chamaecyparis und bei Cupressus zuweilen beobachtet worden sind, kann nicht als trennendes Merkmal benutzt werden, da das Vorkommen dieser Art von Verdickung, oft auf demselben Schnitte, allzu unregelmässig ist*).

9. Die poröse Verdickung der horizontal verlaufenden Markstrahlzellwände kann dagegen bei der Bestimmung verwerthet werden, indem bei manchen Hölzern dieselbe vollständig fehlt, bei andern dagegen deutlich ausgesprochen, mit constanter Regelmässigkeit auftritt:

Zur ersten Gruppe gehören z. B.:

Juniperus virgineana L.
Cupressus L.
Cuninghamia sinensis Rich. und andere mehr.

Zur zweiten Gruppe gehören z. B.:

Abies Webbiana Lindl. (Tafel VI, Fig 3.)
Saxogothaea conspicua Lindl.

10. Nach der Verdickung der tangental verlaufenden Markstrahlzellwände, welche in vielen Fällen proportional der Stärke der Verdickung mehr oder weniger schräg stehen, lassen sich 3 Gruppen von Hölzern unterscheiden:

1. Solche, bei welchen diese Verdickungen absolut fehlen, z. B.:
   Cuninghamia sinensis; *Salisburia adiantifolia* etc.
2. Solche, bei welchen diese Verdickungen stellenweise vorkommen:
   Cryptomeria japonica Dom.
3. Solche, bei welchen diese porösen Verdickungen ganz constant auftreten, z. B.:
   Abies Webbiana Lindl (Tafel VI, Fig. 3).
   Cupressus Macnabiana Murr.
   Fitzroya patagonica Hook.
   } in sehr hohem Grade.

Auch *Thuya gigantea* besitzt dieselben, jedoch zeigte ein Stück von einem ca. neunjährigen Stamme constant sehr starke Verdickungen, während ein anderes, von einem bedeutend ältern Baume stammendes, dieselben Verdickungen nur in sehr geringem Grade besass.

---

*) Der einzige mir bekannte Fall, in welchem diese Anschwellungen bei den Holzzellwänden, wenigstens annähernd constant auftreten, ist der früher beschriebene *Araucarites Heerii.*

11. Von grossem diagnostischem Werthe scheinen mir netzartige oder leiterförmige Verdickungen der tangentalen Markstrahlzellwände, wie solche auf den Tangentalschnitten von *Thuya gigantea Nutt.* und

Fitzroya patagonica Hook.

regelmässig sichtbar sind. (Tafel VI, Fig. 4—5.)

Um einen Massstab anzugeben, in wie vielen Fällen leiterförmig verdickte Markstrahlzellwände zu beobachten waren, habe ich an 4 verschiedenen Stellen desselben Schnittes Zählungen vorgenommen, welche folgendes Resultat ergaben:

	Zahl der Markstrahlen.	Zellenzahl derselben.	Zahl der Markstrahlen mit verdickten Zellen.	Zahl der verdickten Zellen.
1. Stelle	20	74	12	16
2. Stelle	10	49	7	14
3. Stelle	9	43	6	9
4. Stelle	11	45	8	12
Summe	50	211	33	51

Aus der kleinen Tabelle geht hervor, dass sich auf 50 Markstrahlen 33 oder auf ca. 5 Markstrahlen deren 3 finden, bei welchen netzförmig verdickte Zellenwände beobachtet werden können. Auf die in den 50 Markstrahlen enthaltenen 211 Zellen kommen 51 verdickte, sodass auf je 4 Zellen eine verdickte Zelle kommt. An einem der höchsten Markstrahlen, welcher von 30 übereinander gelagerten Zellreihen gebildet wird, habe ich 12 netzförmig verdickte Zellen gezählt. Es ist dies also ohne Zweifel ein Merkmal, welches auch auf kleineren Schnitten die beiden oben genannten Hölzer sicher wird erkennen lassen, somit ein für die Diagnose werthvolles Merkmal.

12. Die Zahl der neben einander gelagerten Schichten, welche einem Markstrahl angehören, darf nur mit Vorsicht als Characteristicum benutzt werden. Vereinzelte Fälle nämlich, in welchen 2 Zellen eines Markstrahls neben einander liegen, dürfen entweder nicht als zweischichtige Markstrahlen aufgefasst werden, oder aber dieselben dürfen nicht als Diagnosticum bei der Bestimmung fossiler Hölzer verwerthet werden, weil gerade bei diesen letzteren derartige stellenweise Nebeneinanderlagerung einzelner Markstrahlzellen Folge von Druck und Verschiebung sein können.

Die meisten Hölzer der hier besprochenen Gruppe besitzen nur einschichtige Markstrahlen, daneben kommen in einigen Fällen zweischichtige, ja sogar dreischichtige vor, so jedoch, dass meist nur begrenztere Strecken aus 2 nebeneinandergelagerten Zellreihen bestehen, wodurch der Markstrahl nur streckenweise zwei- bis mehrschichtig erscheint*).

*) Leicht unterscheidbar sind die ganz aus mehreren Schichten bestehenden Markstrahlen mancher Araucariten, Pissadendron etc., welchen nur Cupressus Macnabiana aus dieser Gruppe sich nähert, indem er ganz dreischichtige Markstrahlen besitzt.

Durch solche streckenweise 2-schichtige Markstrahlen zeichnen sich aus:

Alle *Cupressus-Species. Cryptomeria japonica Dom. Thuya gigantea Nutt.*

Durch vollständig dreischichtige:

Cupressus Macnabiana Murr.

III. Die Holzzellen.

13. Die Anzahl der Holzzelltüpfel und deren gegenseitige Lage (Berühren, kaum Berühren und nicht Berühren derselben) darf nur mit grosser Vorsicht benutzt werden. Nur *Saxogothaea conspicua* können wir dadurch von den übrigen unterscheiden, dass hier die Holzzelltüpfel, besonders gegen die Enden der Holzzellen zu, so nahe stehen, dass in sehr vielen Fällen Abplattung auf ganzen Tüpfelreihen durch die Berührung beobachtet werden kann.

14. Die Zahl der Tüpfelreihen nebeneinander kommt hier (nämlich bei den lebenden Gattungen) kaum in Betracht, indem allerdings stellenweises Auftreten von 2 opponirten Tüpfeln nebeneinander beobachtet werden kann, zwei vollständige, nebeneinanderliegende Tüpfelreihen dagegen gar nicht vorkommen.

15. Die Form und Grösse des innern Tüpfelhofes lässt sich zur Bestimmung im Allgemeinen nicht verwerthen, kann jedoch, wenn die Regelmässigkeit der betreffenden Form erwiesen ist, zur Vervollständigung der Diagnose dienen. Die Dimensionsverhältnisse des innern wie des äussern Hofes sind als diagnostische Merkmale unbrauchbar, da sie zu grossen Schwankungen unterworfen sind, indem in fast allen Fällen die durchschnittliche Tüpfelhofgrösse von der Weite der zugehörigen Holzzellwand abhängt. Eine auffallende Ausnahme macht *Libocedrus tetragona*, bei welchem Holze häufig auf sehr breiter Holzzellwand nur ganz kleine Tüpfel zu erkennen sind, die auf einer Seite in 1 Reihe angeordnet erscheinen, sodass daneben ein aussergewöhnlicher und unverhältnissmässiger Raum der Zellwand gänzlich tüpfelfrei bleibt. Ausserdem kommen jedoch in Menge Tüpfel vor, welche durchaus in Form, Grösse und Gruppirung mit denjenigen aller übrigen Cupressaceen übeinstimmen.

Endlich kann auch das Vorkommen von Tüpfeln auf den tangental verlaufenden Holzzellwänden mit in den Kreis der diagnostischen Merkmale gezogen werden, sodass wir die Hölzer in zwei Gruppen scheiden können, nämlich:

1) in solche, welche Tangentaltüpfel führen, z. B.:

Thuya orientalis L.	*Cryptomeria japonica Dom.*
Thuya occidentalis L.	*Fitzroya patagonica Hook.*

2) in solche, welche keine Tangentaltüpfel besitzen, z. B.:

Salisburia adiantifolia Salis.	*Callitris cupressoides Schrad.*
Callitris quadrivalvis) Vent.*	*Glyptostrobus heterophyllus Endl.*

*) Kraus erwähnt Callitris quadrivalis mit nur ganz spärlichen Tangentaltüpfeln; ich aber habe gar keine gefunden.

Nachdem wir so im ersten Theile der Discussion unserer Tabelle jedes einzelne Merkmal auf seinen diagnostischen Werth geprüft haben, wollen wir nun untersuchen, welche einzelnen Gattungen oder Species durch ihre Merkmale mit Sicherheit von allen übrigen sich unterscheiden lassen. Es sind dies folgende:

1. ***Octoclinis Backhousi Hill.,*** ausgezeichnet durch sehr niedrige Markstrahlzellen und die hierauf sich findenden (— 0,0228 mm) grossen, eiförmigen, häufig geschwänzten Poren (Eiporen), welche fast immer nur zu 1 pro Holzzellbreite auftreten und beinahe den ganzen, durch Kreuzung der Markstrahl- und Holzzellwände gebildeten Raum erfüllen. Nur in den äussersten Reihen beobachtet man in sehr seltenen Fällen 2 Poren pro Holzzelle. Auch die im Allgemeinen ziemlich spärlich vorhandenen Holzzelltüpfel geben dem Holze ein eigenthümliches Aussehen, indem sie sich je an den Enden der Zellen häufen und drängen, wodurch eine Art Tüpfelzonen auf dem radialen Schnitte des äusserst regelmässig gebauten Holzes entstehen. Der vollständige Mangel an Harzzellen könnte uns veranlassen, dieses Holz der Gruppe Cedroxylon einzureihen, wenn sich nicht einzelne Zellen fänden, welche isolirte Harzklumpen führen, ohne jedoch die den eigentlichen Harzzellen niemals fehlenden Querwände aufzuweisen.

2. ***Taxodium distichum Rich.,*** ausgezeichnet durch seine regelmässig sehr stark porös verdickten Querwände der zahlreichen Harzzellen, welche ausserdem eigene kleine Tüpfel auf den Längswänden in Menge besitzen, ferner durch die in ziemlich grosser Zahl pro Holzzellbreite auftretenden Markstrahlzelltüpfel (1—8) sowie durch die sehr grossen, zuweilen zu 2 nebeneinander, auf gleicher Höhe stehenden Holzzelltüpfel, neben welchen ausserdem noch schiefe Streifung vorkommt.

3. ***Thuya gigantea Nutt.,*** durch die leiter- oder netzförmigen Verdickungen der tangental verlaufenden Markstrahlzellwände auf dem Tangentalschnitte, sowie durch starke, poröse Harzquerwandverdickungen, durch auf dem Radialschnitt sehr schräg erscheinende, stark verdickte tangentale Markstrahlzellwände und die meist zu 1 oder 2, sehr selten zu 3 auftretenden Markstrahlzelltüpfel der 1—30 Zellen hohen, häufig 2-schichtigen Markstrahlen.

4. ***Fitzroya patagonica Hook,*** ausgezeichnet durch netzartige Verdickungen auf den tangental verlaufenden Markstrahlzellwänden, welche ebenfalls im Radialschnitte meist sehr schräg erscheinen, ferner durch Anschwellung der horizontalen Markstrahlzellwände an den Kreuzungsstellen dieser mit den Holzzellen und durch 1—4 kleine Markstrahlzelltüpfel mit spaltenförmigem innern Hofe auf den Zellen der stets nur einschichtigen und niedrigen (1—8 Zellen hohen) Markstrahlen, sowie durch zahlreiche Tangentaltüpfel, und wenige, mit spärlichen Tüpfeln versehene Harzzellen, deren Querwände schwach oder gar nicht verdickt sind. Dabei sind die Frühjahrsholzzellen auffallend gross und weitlumig, dünnwandig, die Herbstholzzellen dagegen sehr stark verdickt. —

5. ***Saxegothaea conspicua Lindl.,*** ausgezeichnet durch die in einer Reihe stehenden, an den Holzzellenden gehäuften und daher sich daselbst meist gegenseitig

abplattenden Tüpfel, durch zahlreiche mit rothem Harze erfüllte und mit eigenartigen Tüpfeln versehene Harzzellen, porös verdickte horizontale Markstrahlzellwände und endlich durch zahlreiche Tangentaltüpfel.

6. ***Salisburia adiantifolia Salisb.,*** ausgezeichnet durch die ausserordentlich geringe Menge von Harzzellen, durch die meist in einer Reihe stehenden, an den Zellenden jedoch häufig zu zweien opponirten Holzzelltüpfel, sowie durch die zu 3 oder 6 in 1 oder 2 verticalen Reihen stehenden Markstrahlzelltüpfel der einschichtigen, 1—3 meist jedoch nur 2 Zellen hohen Markstrahlen, deren einzelne Zellen ausserdem eine ziemlich erhebliche Grösse (bis 0,03418 mm) erreichen und durch ihre runde Form auffallen.

7. ***Abies Webbiana Lindl.,*** ausgezeichnet durch die fast ausnahmslos sehr schräg gestellten, verdickten tangentalen Markstrahlzellwände und die gleichfalls porös verdickten tangentalen horizontalen Markstrahlzellwände, sowie durch die sehr niedrigen Markstrahlzellen, welche in Folge dessen mit den kreuzenden Holzzellwänden im Frühjahrsholze sehr lange Rechtecke bilden, auf deren grosser Fläche trotzdem nur 1 oder 2, sehr selten 3 kleine, weit von einander entfernte Markstrahlzelltüpfel stehen, obgleich ausserordentlich viel Zellwand vorhanden ist. Die sehr zahlreichen (Taf. VI, Fig. 3) Markstrahlen zeigen häufig auf dem Querschnitte Erweiterungen, welche Harzeinschlüsse aufnehmen, während die eigentlichen Harzzellen nur in geringer Zahl (Taf. VI, Fig. 6 und 7) vorkommen. (Es ist dies vielleicht ein pathologischer Process, kommt jedoch ausserordentlich häufig vor.) Die grossen Holzzelltüpfel stehen in 1 Reihe; in einzelnen Fällen beobachtet man jedoch 2 opponirte, welche sich berühren und an ihren Berührungsflächen stark abflachen. (Tafel VI, Fig. 8.)

Auf den Radialschnitten beobachtete ich mehrfach Stellen, an welchen die Harzzellen, wenn sie mit Markstrahlen zusammentreffen, sich rechtwinklig abbiegen und sich den Markstrahlzellen der untersten oder obersten Reihe anlegen. Dabei zeigen sie schon während ihres verticalen Verlaufes die gleichen Verdickungen und Tüpfel wie die Markstrahlen selbst; auch der Inhalt findet sich in beiden Elementen in gleicher Weise vor. (Tafel VI, Fig. 2.)

Dieselben Verhältnisse weist der Tangentalschnitt auf, woselbst ebenfalls der Uebergang der Harzzellen in Markstrahlzellen genau, dem Bau wie dem Inhalte nach, verfolgt werden kann. (Tafel VI, Fig. 1.) Fig. 1 zeigt, wie eine Harzzelle sich mit 3 verschiedenen, parallel laufenden Markstrahlen in Verbindung setzt.

8. ***Glyptostrobus heterophyllus Endl.,*** ausgezeichnet durch seine grossen 1—4 Tüpfel auf den Markstrahlzellwänden, welche zu 2 oder 3 fast immer in 1 verticalen Reihe stehen und durch ihre regelmässig kreisrunde Form auffallen. Die einzelnen Zellen der stets einschichtigen 1—9*) Zellen hohen Markstrahlen sind durch ihre be-

*) Vergleiche S. 29.

deutende Grösse charakterisirt, welche bis 0,041 mm beträgt.*) Die wenig zahlreichen Harzzellen zeigen verdickte Querwände und sehr hellen Inhalt. —

9. ***Cupressus Macnabiana Murr.,*** ausgezeichnet durch 1—30 Zellen hohe, meist 2- in vielen Fällen sogar 3-schichtige Markstrahlen, und zwar in der Weise, dass durch die ganze Höhe des Markstrahles 2, resp. 3 Schichten nebeneinanderliegen.**) Diese Markstrahlzellen besitzen bei niedrigeren Markstrahlen 2—3, sehr selten 4 Tüpfel, bei höheren dagegen 1, sehr selten 2 Tüpfel pro Holzzelle, sowie stark verdickte tangentale Zellwände, welche sehr nahe (bis 0,13 mm) bei einander liegen. Die Harzzellen besitzen eigenartige und dadurch charakteristische Längswandtüpfel, dass der äussere Hof relativ gross, der innere dagegen sehr klein ist. —

Nachdem wir so gesehen, in wie weit sich innerhalb des Cupressoxylon-Typus bestimmbare Gruppen unterscheiden lassen, wollen wir auf unser Fossil und die Vergleichung desselben mit den eben besprochenen recenten Hölzern zurückkommen. Die soeben angeführten 9 Hölzer sind so charakterisirt, dass ihre Nichtidentität mit unserem Fossil zur Evidenz daraus hervorgeht. Wir wollen nun sehen, wie die übrigen recenten Hölzer unserer Tabelle sich zu demselben verhalten.

Zunächst können diejenigen, als nicht mit dem unserigen identificirbar, entfernt werden, welche gar keine Harzzellen, oder doch nur so wenige führen, dass man grössere Schnitte untersuchen kann, ohne Harzzellen zu beobachten. Es sind dies:

Salisburia adiantifolia Salisb.
Octoclinis Backhousi Hill.

Ferner eliminiren wir alle diejenigen Hölzer, welche sich durch (constant) hohe Markstrahlen auszeichnen, im Gegensatz zum Fossil, wo 2 Zellen hohe vorherrschen. (Zu gleicher Zeit führen wir hier auch noch andere, nicht mit unserem Fossil übereinstimmende Merkmale an, um die Nichtidentität stärker zu begründen.)

Hierher gehören:

Cupressus sempervirens L., mit häufig 2-schichtigen Markstrahlen.
Juniperus virginiana L., mit stark verdickten Harzzellquerwänden und häufig auf längere Strecken hin 2-schichtigen Markstrahlen.
Chamaecyparis thuyoides L., mit bei der Kreuzung von Markstrahl- und Holzzellen verdickten horizontalen Markstrahlzellwänden, sehr zahlreichen Holzzelltüpfeln und ziemlich reichlichen Tangentaltüpfeln.
Podocarpus latifolia Wall und
Podocarpus salicifolia Karst et Kl., mit sehr wenigen Harzzellen und auffallend grossen, meist zu 1 oder zu 2 pro Holzzelle auftretenden Markstrahlzelltüpfeln, deren Grösse bis 0,0137 mm erreicht.

---

*) Nach Kraus ist die Höhe der Markstrahlen von Gl. tener Kr. = 1—8 Zellen.
**) Vergleiche S. 34.

Diesen reihe ich die übrigen Podocarpen an, welche zwar nicht durch besonders hohe Markstrahlen, dagegen durch grosse, runde, zu 1, seltener zu 2, in sehr seltenen Fällen zu 3 pro Holzzelle, den ganzen Raum ausfüllende Markstrahlholzzelltüpfel, sowie durch zahlreiche kleine Poren auf den Harzzelllängswänden charakterisirt und von unserm Fossil verschieden sind. Harzzellquerwände und tangentale Markstrahlzellwände sind nie verdickt, wohl aber kommen mehr oder weniger starke Verdickungen der horizontalen Markstrahlzellwände vor.

Die von mir untersuchten weiteren 4 Species sind:

Podocarpus Bracteata Bl.
— *pungens Caley*
— *totara*
— *macrophylla.*

Ferner können noch eine Reihe von Hölzern eliminirt werden, deren Merkmale in der Gesammtheit mit unserem Fossil nicht übereinstimmen, während einzelne Merkmale den Unterschied nicht hervortreten lassen.*)

1. *Cryptomeria japonica Dom.*, mit verdickten tangental verlaufenden Markstrahlzellwänden und eigenartigen Harzzell- sowie Tangental-Tüpfeln.
2. *Widdringtonia juniperoides Endl.*, mit nicht scharf getrennten Jahrringen, stark verdickten Holzzellen und mit stark verdickten horizontalen Markstrahlzellwänden, sowie mit Tangentaltüpfeln.
3. *Thuya orientalis L.* und
   Thuya occidentalis L., mit sehr zahlreichen Holzzelltüpfeln, 2—6 Markstrahlzelltüpfeln und 3—7, sehr selten 1—2 Zellen hohen Markstrahlen.
4. *Juniperus communis L.*, mit sehr vielen, meist die ganze Zellwand ausfüllenden Holzzelltüpfeln, deren innere Höfe spaltförmig sind; ferner mit kleinen Markstrahlzelltüpfeln, wobei die äusseren Reihen fast constant 2, die dazwischen liegenden nur 1 Tüpfel führen.
6. *Cupressus sinensis hort.*, mit 1—4 Markstrahlzelltüpfeln pro Holzzelle, welche meist, zuweilen sogar wenn deren 4 sind, in 1 verticalen Reihe liegen.
7. *Cuninghamia sinensis Rich.*, mit kleinen Tüpfeln, deren innere Höfe gekreuzt erscheinen. Die zu 1—3 pro Holzzelle auftretenden Markstrahlzelltüpfel, mit spaltenförmigem innern Hofe, erreichen beinahe die Grösse der Holzzelltüpfel. (—0,009 mm.) Die einzelnen Zellen der an und für sich niedrigen Markstrahlen sind sehr hoch (bis 0,0502 mm).

*) Es werden hier nur die nicht übereinstimmenden Merkmale angeführt.

8. *Callitris quadrivalvis Vent.*, mit sehr wenigen Harzzellen und meist zu 2—6 pro Holzzelle auftretenden Markstrahlzelltüpfeln.
9. *Callitris cupressoides Schrad.*, mit scheinbar zonenartig angeordneten Harzzellen, deren zahlreiche Tüpfel kleiner als die zu 1—4 pro Holzzelle stehenden Markstrahlzelltüpfel sind, welch letztere einen spaltförmigen innern Hof zeigen. Die Holzzellen sind an den Zellenden dicht gedrängt.

Die 4 untersuchten Chamaecyparisspecies:

10. *Chamaecyparis Lawsoniana Parl.*
11. — *squarrosa Sieb. et Zucc.*
12. — *pisifera Sieb. et Zucc.*
13. — *sphaeroidea Spach.* besitzen niedere Markstrahlen mit vielen kleinen Tüpfeln, deren Zahl durchschnittlich zwischen 2 und 6 varirt; während 1 Tüpfel sehr selten ist, kommen ziemlich häufig 7—8 Tüpfel pro Holzzelle vor. Auf den zuweilen recht hohen (bis 0,026 mm, sogar einmal bis 0,0502 mm) Markstrahlzellen konnte ich mehrfach bis 5 Tüpfel in einer verticalen Reihe übereinander beobachten. Die Harzzellen sind nicht zahlreich; bei *Ch. squarrosa* und einem 5-jährigen Zweige von *Ch. sphaeroidea* konnten nur ganz vereinzelte Harzzellen gefunden werden, ein altes Stammstück derselben Species dagegen zeigte deren ziemlich viele.

Endlich bleiben uns noch *Libocedrus tetragona Endl.* und *L. decurrens Forr.* zur Vergleichung übrig.

Nicht sehr zahlreiche, niedrige, 1—4, selten 7—8, sehr selten bis 10 Zellen hohe, bei *L. decurrens* stets einschichtige, bei *L. tetragona* in ganz vereinzelten Fällen 2-schichtige Markstrahlen (so jedoch, dass nur 2 Zellen neben einander vorkommen, nicht ganze Reihen), deren hohe Zellen meist 2—3, selten 1 oder 4 Tüpfel pro Holzzelle führen; zahlreiche Harzzellen mit wenig oder gar nicht verdickten Querwänden und sehr spärlich auftretenden Tüpfeln auf den Längswänden; nicht zahlreiche, zerstreute, einreihige, die Holzzellwand zuweilen ausfüllende, zuweilen ganz auf einer Seite stehende, einen grossen Theil der Wand frei lassende Holzzelltüpfel, sowie endlich eine fast überall sehr deutlich ausgeprägte schiefe Streifung geben den Character dieser Hölzer.

Die sämmtlichen Merkmale stimmen mit unserem Fossile überein, nur die Harzzelltüpfel waren beim Fossil nicht zu finden, was vielleicht durch die mangelhafte Erhaltung des Holzes seine Erklärung findet, jedenfalls aber nicht als trennendes Merkmal benutzt werden darf. Auch die so sehr geringe stellenweise Zweischichtigkeit der Markstrahlen ist kein Grund, die Hölzer als verschieden anzusehen, indem bei dem äusserst spärlichen Vorkommen von Markstrahlen, welche mehr als 2 Zellen hoch sind, der Fall nicht ausgeschlossen ist, dass bei höheren Markstrahlen desselben fossilen Holzstückes ähnliche

Vorkommnisse würden beobachtet werden können, während anderseits *L. decurrens* ebenfalls nur einschichtige Markstrahlen aufweist, sodass ohne Zweifel die Zweischichtigkeit nicht als Gattungsmerkmal aufgefasst werden darf.

Endlich soll hier noch erwähnt werden, dass das Volumen, welches die Markstrahlzellen im Cubikmillimeter einnehmen, für *Libocedrus tetragona* = 0,05368 mm³ ist, während das Holz = 0,94632 mm³ einnimmt, also die Markstrahlvolumina sich zum Holze verhalten, ungefähr wie 1 : 17, während bei unserm Fossil: das Markstrahlzellvolumen = 0,027568 mm³ und das Holzzellvolumen = 0,972432 mm³ auf den Kubikmillimeter beträgt, die Markstrahlvolumina sich somit zum Holze verhalten, ungefähr wie 1 : 35.

Wir sehen daraus, dass unser Fossil nur ca. halb so viel Markstrahlzellvolumina aufzuweisen hat, als *Libocedrus tetragona.*

Da jedoch nach allen übrigen Markstrahlmessungen auch das Volumen kaum als Gattungsmerkmal verwerthet werden kann, so wird auch dieser Unterschied die 2 Hölzer nicht trennen, stimmen sie doch immerhin auch in diesem Punkte insofern überein, als das eine etwa 3,5, das andere ca. 7 mal weniger Markstrahlzellvolumina pro Kubikmillimeter besitzt als unser oben beschriebener *Araucarites Heerii.*

Wiederholen wir nun nochmals, dass am gleichen Orte, an welchem unser Fossil gefunden wurde, sehr zahlreiche fossile Blätter und Zweige von Libocedrus gesammelt worden sind, und dass im Unter-Miocen Grönlands Libocedrus überhaupt häufig ist, so dürfen wir, in Uebereinstimmung mit dem früher beschriebenen anatomischen Bau der recenten Libocedrus-Hölzer und unseres Fossils, das Letztere ohne Bedenken als zu den oben genannten Zweigen, welche Prof. Dr. Oswald Heer als *Libocedrus Sabiniana Hr.* bestimmt hat, gehörig betrachten und demselben den Namen *Libocedrus Sabiniana Hr.* geben, welchem Namen wir folgende Diagnose für das Holz beifügen wollen:

Libocedrus Sabiniana Hr.

Libocedrus stratis concentricis distinctissimis, ca. 1—1,5 mm latis, poris uniserialibus, sparsis, radiis medullaribus haud crebris, uniserialibus e cellulis 1—5 superpositis formatis, ductibus resiniferis simplicibus crebris, septis eorum haud incrassatis. —

Es gereicht mir noch zur angenehmen Pflicht, meinem Freunde, Herrn Prof. Dr. C. Schröter, für die freundliche und mir werthvolle Hülfe und Theilnahme bei dieser Arbeit, sowie den Herren Prof. Wittmak und Prof. Eichler in Berlin für das bereitwilligst mir zur Verfügung gestellte Material meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Leider ist es mir nicht vergönnt, Herrn Prof. Dr. O. Heer gegenüber dieselbe Pflicht zu erfüllen, welcher den grösseren Theil der Arbeit zwar verfolgt hat, und mir in liebenswürdigster Weise durch Rath und That an die Hand gegangen ist, der aber jetzt leider nicht mehr unter den Lebenden weilt.

Erklärung der Abbildungen.

(Fig. 1—3 auf Tafel I, Fig. 5—8 auf Tafel II, Fig. 9 auf Tafel III, Fig. 1, 2, 3, und 6—9 auf Tafel V und Fig. 1 auf Tafel VI. sind mit der Camera lucida gezeichnet; die übrigen mit freier Hand.)

Tafel I.

Fig. 1—4. **Araucaroxylon Heerii Beust.**

1. Querschnitt.
   a. Markstrahlen.
   b. Frühjahrsholzzellen.
   c. Herbstholzzellen.
2. Ein Theil des Radialschnittes.
   a. Markstrahlzelle.
   b. Holzzelle.
   c. Holzzelle mit 2 Reihen alternirender, hexagonal abgeplatteter Tüpfel.
   d. Holzzelle mit nur 1 Reihe Tüpfel.
3. Ein Theil des Radialschnittes mit deutlichem Markstrahl.
   a. Holzzelle.
   b. Markstrahlzelle mit je 1 Tüpfel pro Holzzelle.
   c. Verdickung der Holzzelllängswand.
4. Uebersichtsbild des Radialschnittes, um die Vertheilung von Holzzellen und Markstrahlen zu verdeutlichen.
   a. Markstrahlen.
   b. Holzzellen.

Tafel II.

Fig. 1—8. **Araucaroxylon Heerii Beust.**

1—4. Wirklich gefächerte und scheinbar gefächerte Holzzellen.
   a. Scheidewand.
   b. Riss im Gesteinsmaterial.

5 u. 6. Stellen des Radialschnittes, welche ausnahmsweise 2—3 Markstrahlzelltüpfel pro Holzzelle zeigen.
   a. Holzzelle.
   b. Markstrahlzelle.

7. Zwei streckenweise zweischichtige Markstrahlen.

8. Ein Theil des Tangentalschnittes, welcher die Vertheilung und Höhe der Markstrahlen zwischen den Holzzellen zeigt.
   a. Markstrahl.
   b. Holzzelle.

Tafel III.

Fig. 9. **Araucaroxylon Heerii Beust.**
Tangentalschnitt.

Fig. 1—8. **Sequoia Couttsiae Hr.**

1 u. 3. Splitter, welche Holzzellen mit zerstreuten behöften radial. Holzzelltüpfeln zeigen.

2 u. 4. Harzzellen mit fossilen Harztröpfchen und grösseren Harzkugeln.
   a. Harz.
   b. Querwand.
   c. Tüpfel.

5—7. Einzelne grössere Harzmassen, mit körniger Struktur, 0,1405—0,148—0,162 mm lang.

8. Harzzelle, gefüllt mit zahlreichen, grossen, dicht gedrängten, häufig gegenseitig sich abplattenden fossilen Harzballen mit dunkelrothbrauner Farbe.

Fig. 10-17. Einzelne Stellen des **Libocedrus Sabiniana Hr.**

10. Harzzelle mit (ausnahmsweise) verdickter Querwand.
   a. Querwände.
   b. Harz.

11. Holzzelle und kreuzende Markstrahlzellen.
   a. Holzzelle.
   b. Holzzelltüpfel.
   c. Markstrahl.
   d. tangentale Markstrahlzellwand.
   e. horizontale Markstrahlzellwand.
   f. Harz.
   g. 3 Markstrahlzelltüpfel.

12 u. 13. Einzelne Holzzellen mit Tüpfeln. Die längsten bis 1,07 mm lang, ohne dabei ihr Ende zu erreichen. Die Tüpfel stehen häufig ganz auf einer Seite.

14 u. 15. Harzzellen mit nicht verdickten Querwänden.
- a. Querwände.
- b. Harz.

16. Markstrahlzellen mit nicht verdickten Wänden.

17. Holzzellen und Markstrahlzellen mit grossen granulösen Harzklumpen.
- a. Holzzellwand.
- b. Markstrahlzellwand.
- c. Harz.

Tafel IV.

Fig. 1a—7a u. 1—19. **Cupressoxylon antarcticum Beust.**

Fig. 1a—3a. Holzzellen mit Tüpfeln oder mit den Löchern an der Stelle, wo die Tüpfel früher vorhanden waren.

Fig. 4a—7a. Harzzellen mit Inhalt.

6a. Schwach verdickte Harzzellquerwand.

7a. Harzzelle mit nicht verdickter Querwand.

Fig. 1, 2, 3, 4 u. 6. Holzzellen mit zerstreut stehenden Tüpfeln.

3. Herbstholzzelle mit verdickten Wänden.

6. Gefächerte Zelle.

Fig. 5, 7, 9 u. 10. Markstrahlen mit Tüpfeln.

8. Harzzelle mit Querwand.

Tafel V.

Fig. 1—9. **Libocedrus Sabiniana Hr.**

1. Querschnitt.
- a. Herbstholzzelle.
- b. Frühjahrsholzzelle.
- c. Harzzelle.
- d. Markstrahl.

2. Einzelne Stelle des Querschnittes.
- a. Harzzelle.
- b. Intercellularsubstanz.
- c. Inneres Zelllumen, erfüllt mit Versteinerungsmasse.
- d. Dunklere Versteinerungsmasse im Centrum des Zelllumens.

3. Holzzellen mit einseitigen Tüpfeln.

4 u. 5. Holzzellen mit Tüpfeln.

6 u. 7. Harzzelle mit Inhalt und nicht verdickten Querwänden.

8 u. 9. Tangentalschliffstellen mit niedrigen Markstrahlen.
- a. Markstrahlzellen.
- b. Holzzellen.

Tafel VI.

Fig. 1, 2, 3, 6 u. 7. **Abies Webbiana Lindl.**

1 u. 2. Harzzellen, welche Markstrahlen verbinden. (2 etwas schematisirt.)

3. Markstrahlzellen mit verdickten tangental und horizontal verlaufenden Zellwänden und 1—2 relativ kleinen Tüpfeln. (3 etwas schematisirt.)
- a. Harzzelle.
- b. Harz.
- c. Holzzelltüpfel.
- d. Harzzelltüpfel.
- e. Markstrahlzelltüpfel.
- f. Markstrahlzelle.

6 u. 7. Markstrahlen (auf dem Querschnitt beobachtet), welche sich erweitern und Harz einschliessen.

Fig. 4 und 5. **Thuya gigantea Nutt.** Markstrahlzellen mit leiter- oder netzartiger Verdickung der tangentalen Zellwände (beobachtet auf dem Tangentalschnitt).

Fig. 8. Zwei opponirte, sich abflachende Holzzelltüpfel von **Abies Webbiana Lindl.**

Tab. I.

Uebersichts-Tabelle

der zur Gruppe

Araucarioxylon

gehörenden

fossilen Hölzer,

sowie der dazu gehörigen

recenten Hölzer.

	1 Reihe von Holzzelltüpfeln, die sich berühren.	1—2 Reihen von Holzzelltüpfeln.	2—3 Reihen Geckig abgeplatteter Tüpfel.	1—3 oder mehr Tüpfelreihen.	1, selten 2 Markstrahlzelltüpfel pro Holzzelle.	1—2, meist 2 Markstrahlzelltüpfel.	1—5 Markstrahlzelltüpfel.	2—10 Markstrahlzelltüpfel, selten oder
Araucaria brasiliensis								
A. Cuninghami								
A. Cookii								
A. imbricata								
A. excelsa[1])								
A. Bidwilli								
Dammara australis I[1])								
Dammara australis II								
Dammara australis III								
Dammara obtusa								
Araucarites Edwardianus Goepp.								
A. Keuperianus Goepp.[2])								
A. Aegyptiacus Goepp.[3])								
A. stellaris Goepp.								
A. Rollei Goepp.								
A. Schrollianus Goepp.[4])								
A. saxonicus Goepp.				1—5				
A. medullosus Goepp.				2—4				
A. cupreus Goepp.[5])								
A. Valdajolensis Mougeot.								

Uebersichts-Tabelle

der zur Gruppe

Araucarioxylon

gehörenden

fossilen Hölzer,

sowie der dazu gehörigen

recenten Hölzer.

	1 Reihe von Holzzelltüpfeln, die sich berühren.	1—2 Reihen von Holzzelltüpfeln.	2—3 Reihen deckig abgeplatteter Tüpfel.	1—3 oder mehr Tüpfelreihen.	1, selten 2 Markstrahlzelltüpfel pro Holzzelle.	1—2, meist 2 Markstrahlzelltüpfel.	1—5 Mark-strahlzelltüpfel	2—10 Markstrahlzelltüpfel, selten oder nie 1.	Regelmässige Anschwellung der longitudinalen Holzzellwand.	Markstrahlhöhe 1—3 Zellen übereinander.	1—5 Zellen hohe	1—10 Zellen hohe	1—20 Zellen hohe	1—30 oder mehr (X)	2—mehr als oder sehr selten 1)	Markstrahlen einschichtig.	Markstrahlen stellenweise 2schichtig.	Markstrahlen 2—mehrschichtig.	Markstrahlen auffallend zahlreich.	Harzzellen vorhanden.	Keine Harzzellen.	Tangentialtüpfel.
Araucaria brasiliensis	·	×	·	·	·	·	·	×	·	×	·	·	·	·	·	×	·	·	·	×	×	×
A. Cuninghami	·	×	·	·	·	·	×	·	·	·	·	·	×	·	·	×	·	·	×	·	×	×
A. Cookii	·	×	·	·	·	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	×	·	·	·	×	×	×
A. imbricata	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
A. excelsa[1])	×	·	·	·	·	·	·	× (5—15)	·	×	·	·	·	·	·	×	·	·	·	×	×	·
A. Bidwilli	×	·	·	·	·	·	·	×	·	·	×	·	·	·	·	×	·	·	·	×	×	·
Dammara australis I[1])	·	·	×	·	·	·	×	·	·	·	·	·	×	·	·	×	·	·	×	·	×	×
Dammara australis II	·	×	·	·	·	·	·	×	·	·	·	·	×	·	·	×	·	·	×	·	×	×
Dammara australis III	·	×	·	·	·	·	·	×	·	×	·	·	·	·	·	×	·	·	×	·	×	×
Dammara obtusa	×	·	·	·	·	·	·	×	·	×	·	·	·	·	·	×	·	·	·	×	×	·
Araucarites Edwardianus Goepp.	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	×	·
A. Keuperianus Goepp.[2])	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	·	·	·	·	·	×	·	×	×	·
A. Aegyptiacus Goepp.[3])	·	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	×	·	·	×	·	·	×	·	×	·
A. stellaris Goepp.	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	2—33 × 2—40	×	·	·	·	·	×	·
A. Rollei Goepp.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
A. Schrollianus Goepp.[4])	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	×	·	·	·	×	×	·
A. saxonicus Goepp.	·	·	·	1—5 × 3—4	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	5—30 ×	×	·	·	·	×	×	·
A. medullosus Goepp.	·	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	2—5	·	×	·
A. cupreus Goepp.[5])	·	·	·	×	·	·	·	1—8 ×	·	·	·	·	×	·	·	·	×	·	·	·	×	·
A. Valdajolensis Mougeot.	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	·	·	×	·	·	·	·	×	·
A. Kutorgae Merck.	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	4—10 ×	×	·	·	·	·	×	·
A. Fleurotii Goepp.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	4—9 ×	×	·	·	·	·	×	·
A. permicus Merck.	·	·	·	2—5 ×	·	·	·	4—10 ×	·	·	·	·	·	·	1—45 ×	·	×	·	·	·	×	·
A. subtilis Merck.	·	·	×	·	·	·	·	2—8 ×	·	·	·	·	·	·	·	4—15 ×	×	·	·	·	×	·
A. materiarum Goepp.	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	·	×	·	·	·	×	·
A. Brandlingii Goepp.[6])	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	·	·	·	·	×	·	·	×	·
A. Rhodeanus Goepp.	·	×	·	·	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	×	·	·	×	·	·	×	·
A. carbonaceus Goepp.	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	·	·	·	·	×	·
A. Acadianus Goepp. (Dawson spec.)	·	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	·	·	×	·	·	×	·
A. vogesiacus Goepp.	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	·	×	·	·	·	·	×	·
A. Beinertianus Goepp.[7])	·	·	·	× 3—4	·	·	×	·	·	·	·	·	·	×	·	·	·	×	·	·	×	·
A. Tchicatcheffianus Goepp.	·	·	·	× 2—4	·	·	·	·	·	·	·	×	·	·	·	×	·	·	·	·	×	·
A. ambiguus Goepp.	·	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	·	·	×	·	·	×	·
A. orientalis Goepp.	×	·	·	·	·	·	·	×	·	·	·	·	×	·	·	×	·	·	·	·	×	·
A. Richteri Goepp.	·	·	·	× 2—5	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	·	×	·	·	·	·	×	·
A. pachytichus Goepp.	·	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	5—20 ×	×	·	·	·	·	×	·
A. Stigmolithos Goepp.	·	·	·	× 3—4	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	·	×	·	·	·	·	×	·
Pitys Witham et Lindl.[8])	·	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	2—4 × 10	·	×	·
Dadoxylon antiquium Daws.[9])	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	20—mehr ×	·	·	×	2—4	·	×	·
Dadoxylon annulatum Daws.	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	·	·	×	2—4	·	×	·
D. intermedium Grd'Eury.	·	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	2—4	·	×	·
D. stephanense Grd'Eury.	·	×	·	·	·	·	·	·	·	×	·	·	·	·	·	×	·	·	·	·	×	·
D. subrhodeanum Grd'Eury.	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	10—30 ×	×	·	·	·	·	×	·
Araucarites argillicola Eichw.	·	·	×	·	·	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	·
A. biarmicus Eichw.[10])	×	·	·	·	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	2—12 ×	×	·	·	·	·	×	·
Asterodendron Eichw.[11])	·	·	×	·	·	·	·	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	×	×	·
Araucarioxylon Schmidianum Fel.[12])	×	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1—66 ×	·	·	·	2—3 ×	·	×	·
Araucaroxylon Heerii Beust.	·	×	·	·	×	·	·	·	×	·	·	·	·	·	1—82 ×	·	×	·	·	×	×	·

Anmerkungen zur Tabelle.

[1]) Araucaria excelsa und Dammara australis besitzen fast immer nur eine Reihe Holzzelltüpfel; nur in nächster Nähe des Markes kommen 2—3 Reihen Tupfel vor.

[2]) Araucarites Keuperianus zeigte constant nur 1 Tüpfelreihe; ein einziges Mal beobachtete ich deren 4 nebeneinander.

[3]) A. Aegyptiacus hat nach Goeppert's Diagnose 2—3 Reihen Holzzelltüpfel; in der Zeichnung von Unger finden wir dagegen 4—5 Reihen.

[4]) Nach Kraus fallen:
A. pachytichus Goepp.,
A. Brandlingii Goepp.,
A. Rhodeanus Gœpp.,
A. cupreus Goepp.,
A. Stigmolithos Goepp.,
A. Valdajolensis Moug.,
A. Kutorgæ Merckl.,
A. Fleurotii Goepp. und
A. permicus mit A. Schrollianus zusammen.

[5]) A. cupreus hat nach Goeppert's Diagnose 1—2 Zellen hohe Markstrahlen; in der beigefügten Zeichnung finden sich bis 8 Zellen hohe und in dem hieher gehörigen Schliffe des Arboretum fossile gibt es sogar solche von 15 Zellen Höhe.

[6]) A. Brandlingii hat nach der Diagnose 1—7 Zellen hohe Markstrahlen; wir beobachten häufig 12, 14, sogar 18 Zellen hohe.

[7]) A. Beinertianus hat nach Goeppert's Diagnose 1—10 Zellen hohe einschichtige Markstrahlen; auf dem Schliffe des arboretum fossile finden sich sehr zahlreiche 11—12 Zellen hohe, zweischichtige Markstrahlen.

[8]) Araucarioxylon Withami Kr = Pitys Withamii umfasst:
A. medullare Kr.,
A. antiquum Kr.,
A. primaevum Kr., also auch die Gruppe Pissadendron Endl.

[9]) Bei Dadoxylon Daws. füllen die Holzzelltüpfel stets die ganze Holzzellwand aus.

[10]) Nach Eichwald stimmt A. biarmicus mit
A. subtilis Merck.,
A. cupreus Goepp.,
A. permicus Merck. und
A. Kutorgae Merck. überein.

[11]) Asterodendron Eichw. zeichnet sich durch absolutes Fehlen von Jahrringen und durch auffallende Häufigkeit der Markstrahlen aus.

[12]) Ueber den Fundort des A. Schmidianum Fel. citirt Felix folgendes: »Er stamme aus Gestein, welches aus geologischen Gründen dem Tertiär zuzurechnen sei; eine genauere Altersbestimmung sei jedoch nicht möglich.« Das Holz ist identisch mit Peuce Schmidiana, welche von Kraus zu Cedroxylon gestellt wird.

Ar. Thuringiacus Goepp. ist in der Tabelle nicht angeführt, da derselbe nach Kraus mit A. Keuperianus identisch ist und die von Bornemann erwähnten Harzgänge, nur ausgefaulte Stellen, ausgefallene Holzzellen oder Harzzellen sind.

Uc

Cup

fos

Cupresso:
C. arceut
C. ambig
C. arctan
C. opacu
C. pachy
C. multir

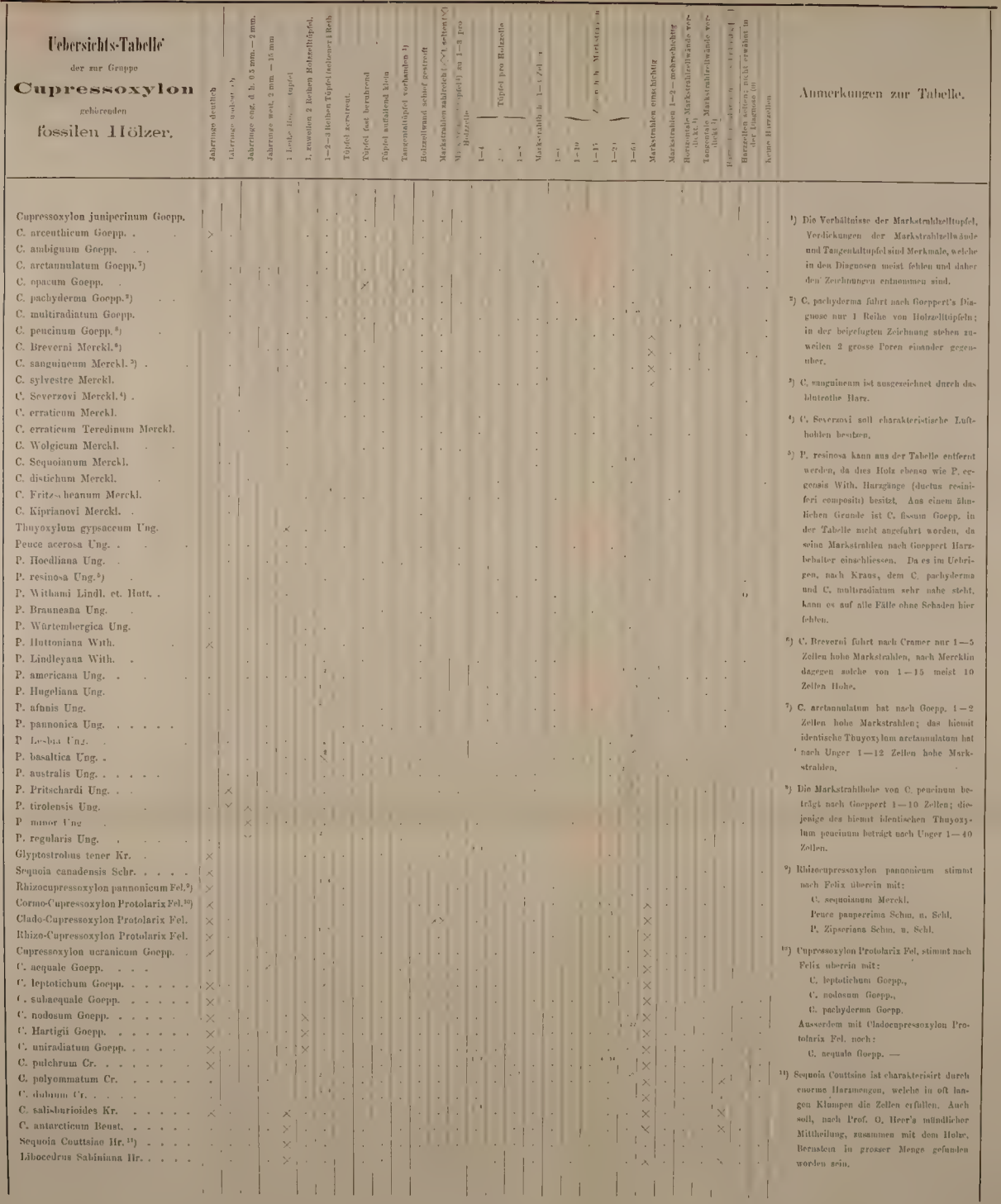
Uebersichts-Tabelle

der zur Gruppe

Cupressoxylon

gehörenden

fossilen Hölzer.



Cupressoxylon juniperinum Goepp.	
C. arcuthicum Goepp.	
C. ambiguum Goepp.	
C. arctannulatum Goepp.[7]	
C. opacum Goepp.	
C. pachyderma Goepp.[2]	
C. multiradiatum Goepp.	
C. peucinum Goepp.[8]	
C. Breverni Merckl.[8]	
C. sanguineum Merckl.[3]	
C. sylvestre Merckl.	
C. Severzovi Merckl.[4]	
C. erraticum Merckl.	
C. erraticum Teredinum Merckl.	
C. Wolgicum Merckl.	
C. Sequoianum Merckl.	
C. distichum Merckl.	
C. Fritzscheanum Merckl.	
C. Kiprianovi Merckl.	
Thuyoxylum gypsaceum Ung.	
Peuce acerosa Ung.	
P. Hoedliana Ung.	
P. resinosa Ung.[5]	
P. Withami Lindl. et. Hutt.	
P. Brauneana Ung.	
P. Würtembergica Ung.	
P. Huttoniana With.	
P. Lindleyana With.	
P. americana Ung.	
P. Hugeliana Ung.	
P. abnis Ung.	
P. pannonica Ung.	
P. Lesbia Ung.	
P. basaltica Ung.	
P. australis Ung.	
P. Pritschardi Ung.	
P. tirolensis Ung.	
P. minor Ung.	
P. regularis Ung.	
Glyptostrobus tener Kr.	
Sequoia canadensis Schr.	
Rhizocupressoxylon pannonicum Fel.[9]	
Cormo-Cupressoxylon Protolarix Fel.[10]	
Clado-Cupressoxylon Protolarix Fel.	
Rhizo-Cupressoxylon Protolarix Fel.	
Cupressoxylon ucranicum Goepp.	
C. aequale Goepp.	
C. leptotichum Goepp.	
C. subaequale Goepp.	
C. nodosum Goepp.	
C. Hartigii Goepp.	
C. uniradiatum Goepp.	
C. pulchrum Cr.	
C. polyommatum Cr.	
C. dubium Cr.	
C. salisburioides Kr.	
C. antarcticum Beust.	
Sequoia Couttsiae Hr.[11]	
Libocedrus Sabiniana Hr.	

Anmerkungen zur Tabelle.

[1]) Die Verhältnisse der Markstrahlhelltüpfel, Verdickungen der Markstrahlzellwände und Tangentialtüpfel sind Merkmale, welche in den Diagnosen meist fehlen und daher den Zeichnungen entnommen sind.

[2]) C. pachyderma führt nach Goeppert's Diagnose nur 1 Reihe von Holzzelltüpfeln; in der beigefügten Zeichnung stehen zuweilen 2 grosse Poren einander gegenüber.

[3]) C. sanguineum ist ausgezeichnet durch das blutrothe Harz.

[4]) C. Severzovi soll charakteristische Lufthohlen besitzen.

[5]) P. resinosa kann aus der Tabelle entfernt werden, da dies Holz ebenso wie P. eggensis With. Harzgänge (ductus resiniferi composite) besitzt. Aus einem ähnlichen Grunde ist C. fissum Goepp. in der Tabelle nicht angeführt worden, da seine Markstrahlen nach Goeppert Harzbehälter einschliessen. Da es im Uebrigen, nach Kraus, dem C. pachyderma und C. multradiatum sehr nahe steht, kann es auf alle Fälle ohne Schaden hier fehlen.

[6]) C. Breverni führt nach Cramer nur 1—5 Zellen hohe Markstrahlen, nach Merckln dagegen solche von 1—15 meist 10 Zellen Höhe.

[7]) C. arctannulatum hat nach Goepp. 1—2 Zellen hohe Markstrahlen; das hiemit identische Thuyoxylum arctannulatum hat nach Unger 1—12 Zellen hohe Markstrahlen.

[8]) Die Markstrahlhohe von C. peucinum beträgt nach Goeppert 1—10 Zellen; diejenige des hiemit identischen Thuyoxylum peucinum beträgt nach Unger 1—40 Zellen.

[9]) Rhizocupressoxylon pannonicum stimmt nach Felix überein mit:
C. sequoianum Merckl.
Peuce pauperrima Schm. u. Schl.
P. Zipseriana Schm. u. Schl.

[10]) Cupressoxylon Protolarix Fel. stimmt nach Felix überein mit:
C. leptotichum Goepp.,
C. nodosum Goepp.,
C. pachyderma Goepp.
Ausserdem mit Cladocupressoxylon Protolarix Fel. noch:
C. aequale Goepp. —

[11]) Sequoia Couttsiae ist charakterisirt durch enorme Harzmengen, welche in oft langen Klumpen die Zellen erfüllen. Auch soll, nach Prof. O. Heer's mündlicher Mittheilung, zusammen mit dem Holze, Bernstein in grosser Menge gefunden worden sein.

ıpressoxyl

Zelltüpfel		W	Schiefe Streifung der Holzzell-wände	Verdickung der tangentalen Mark-strahlzellwände	Alter des Holzes	Standort des Holzes
	Form derselben	Aeuss				
l.	meist kreisförmig	0,01	—	—	c. 50 J.	bot. Garten, Zürich
l s-	innere Höfe oft elliptisch, schräg oder gekreuzt	0,01	—	—	c. 40 J.	bot. Garten, Zürich
	im Herbstholz oft spalt-	0,0			alt. Stamm	Präparat von Prof. Cramer
		0,018–			sehr alter Stamm	Burma
		0,0		verdickt	alt. Stamm	Andamans
		0,0			c. 30 J.	Caracas
			er-		junger Zweig	bot. Garten, Zürich
		0,0			2 J.	bot. Garten, Zürich
l, n	innere Höfe schlitzartig	0,0			8 J.	bot. Garten, Jena
n l		0,0	k ich		27 J.	Philippi
-	gross, oval	0,	k ig	verdickt und meist schräg	alt. Stamm	Simla Ost-Indien
	innere Höfe gekreuzt	0,01	—	—	c. 1000 J.	Australien

Tab. III.

Tabelle für 37 der Gruppe Cupressoxylon angehörende recente Hölzer.

	Namen	Jahrringe: Deutlichkeit derselben	Jahrringe: Breite derselben	Harzzellen: Vorkommen	Harzzellen: Verhalten derselben im radialen und tangentialen Schnitte	Weite der Frühjahrsholzzellen	Weite der Herbstholzzellen	Dicke der Zellwände im Frühjahrsholze	Dicke der Zellwände im Herbstholze	Holzelltüpfel: Vorkommen derselben der Anzahl nach, sowie ihre Grösse	Holzelltüpfel: Form derselben	Weite des Holzelltüpfels: Ausserer Hof	Weite des Holzelltüpfels: Innerer Hof	Markstrahlzahl: Holzzellreihen	Markstrahlzahl: Markstrahlen	Markstrahlschichten nebeneinander	Höhe der Markstrahlen nach Zellreihen übereinander	Höhe der einzelnen Markstrahlzelle	Zahl der Markstrahlzelltüpfel pro Holzzelle: Grösse und Gruppirung derselben	Vorkommen von Tangentaltüpfeln	Verdickung an den Kreuzungsstellen der: Markstrahlzellwände	Verdickung an den Kreuzungsstellen der: Holzzellwände	Verdickung der horizontalen Markstrahlzellwände	Schiefe Streifung der Holzzellwände	Verdickung der tangentalen Markstrahlzellwände	Alter des Holzes	Standort des Holzes
1	Thuya occidentalis L.	deutlich	0,5–0,8 mm	sehr sparlich	–	Max.: 0,0457 mm Mittel: 0,0329 mm	Max.: 0,00115 mm Mittel: 0,00095 mm	0,0045 mm	0,0014 mm	zahlreich, fast berührend, und in 1 Reihe	meist kreisförmig	0,0162 mm	0,004 mm	7–8	1	1	1–11 meist 3–6	0,0196 mm	2, 3, 4 oder 6 in versch. Gruppirung	häufig	–	–	–	–	–	6. 50 J.	bot. Garten, Zürich
2	Thuya orientalis L.	deutlich	2 mm	zahlreich; besonders im Herbstholze	ohne eigenthümliche Verdickungen	Max.: 0,0218 mm Mittel: 0,0182 mm	Max.: 0,00239 mm Mittel: 0,0049 mm	0,00685 mm	0,00914 mm	in 1 Reihe, die Zellwand ganz oder theilweise ausfüllend	innere Höfe oft elliptisch, schräg oder gekreuzt	0,01371 mm	0,004–0,005 mm	6	1	1	1–10 meist 3–7	0,0197 mm	1–4, meist zu 2 oder 4, Tüpfel klein	häufig	–	–	–	–	–	6. 40 J.	bot. Garten, Zürich
3	Juniperus communis L.	deutlich	0,5–1,5 mm	sparlich	–	Max.: 0,0219 mm Mittel: 0,0274 mm	Max.: 0 Mittel: 0,0011–0,0022 mm	0,003–0,0045 mm	0,0015–0,0067 mm	1 Reihe	im Herbstholz oft spaltförmige innere Höfe	0,0137 mm	0,004 mm	10	1	1	1–10	0,0182 mm	1–2, selten 2–4, meist in den äusseren Reihen 2 dazwischen nur 1 Tüpfel						–	6. 25 J.	bot. Garten, Zürich
4	Juniperus virginiana L.	deutlich	7,5–10 mm	ziemlich zahlreich	Querwände zuweilen stark verdickt	Max.: 0,00912 mm Mittel: 0,02193 mm	Max.: 0 Mittel: 0,009–0,0013 mm	0,00639–0,008 mm	0,0096–0,0109 mm	1 Reihe, nicht berührend, gegen die Zellenenden gedrängt	äusserer Hof kreisrund-oval, innerer Hof meist cirund.	0,013–0,016 mm	0,0045–0,00548 mm	6–7	1	1–2	1–26	0,0204 mm	bei höheren Markstrahlen aussen 2, dazwischen 1; bei niederen 1–2Z hohen dagegen 2, 3 oder 4		–	–	–	–	–	alt Stamm	bot. Garten, Berlin
5	Cupressus sempervirens I L.	deutlich	0,20–1,28 mm	häufig, besonders im Herbstholze	Querwände zuweilen schwach verdickt	Max.: 0,045 mm Mittel: 0,0381 mm	Min.: 0,0022 mm Mittel: 0,0067 mm	0,0045–0,009 mm	0,0091–0,011 mm	1 Reihe	kreisrund, die grössten sind oval, innerer Hof oft länglich	0,022 mm	0,004–0,006 mm	7–8	1	1–2	1–32 meist über 10	0,0201 mm	in den äussern Reihen 3–4, dazwisch. 2, selten 1 Tüpfel, klein, mit schiefem, spaltförmigem innern Hofe	–	–	–	–	zuweilen deutlich		80–100 J.	bot. Garten, Berlin
6	Cupressus sempervirens II L.	deutlich	0,20–1,28 mm	sehr zahlreich	Querwände zuweilen schwach verdickt	Max.: 0,045 mm Mittel: 0,0381 mm	Min.: 0,0022 mm Mittel: 0,0067 mm	0,0045–0,009 mm	0,0091–0,011 mm	1 Reihe	innere Höfe spalt- oder schlitzförmig	0,0182 mm	0,00342 mm	7–8	1	1, sehr oft 2	1–22	0,0201 mm	id.	–	–	–	–	deutlich		alt Stamm	Parma
7	Cupressus sinensis hort. – C. glauca Lam.	deutlich	0,01–0,4 mm	ziemlich zahlreich	Querwände zuweilen schwach verdickt	Max.: 0,01142 mm Mittel: 0,0073 mm	Min.: 0 Mittel: 0,0046 mm	0,0067 mm	0,009 mm	1 Reihe, sehr zerstreut; oft grosse Zwischenräume		0,011 mm	0,003 mm	9–10	1	1	1–7 meist 2–3	0,0210 mm	1–4, meist 2–3, meist 3, sogar alle 4 in 1 verticalen Reihe				stellenweise	zuweilen deutlich		1–1 J.	bot. Garten Zürich
8	Cupressus Macnabiana, Murr. Stamm	deutlich	6 mm	zahlreich	Querwände nahe gerückt und stark verdickt, Langswände mit Tüpfeln	0,01453 mm	0,0091–0,0041 mm	0,0068 mm	0,004 mm	1 Reihe, meist nicht berührend		0,01371 mm	0,0045 mm	4	1	1–3	1–80	0,02147 mm	bei niederen Markstrahlen 2–3, sehr selten 1; bei höheren fast immer 1, sehr selten 2 Tüpfel					Stellung schräg		2–3 J.	aus Californien Garten des Herrn Barbey Boissier, Genf
9	Cupressus Macnabiana, Murr. Ast.	deutlich	–	wenig	Querwände oft nur wenig verdickt	–	–	–	–	1 Reihe, meist nicht berührend		–	–	6	1	1–2	1–20	0,020 mm	id.		angeschwollen				meist sehr stark porös verdickt	–	id
10	Chamaecyparis sphaeroidea Spach. I.	deutlich	0,01–0,12 mm	ziemlich zahlreich	–	Max.: 0,0274 mm Mittel: 0,0233 mm	Max.: 0,001 Mittel: 0,004 mm	0,004 mm	0,004–0,0091 mm	1 Reihe, nicht oder kaum berührend	innerer Hof oft schräg und länglich	0,018 mm	0,006 mm	7–8	1	1	1–10 meist 3–6	0,0192 mm	1–6, selten 7. In den äussern Reihen meist 4, dazwischen 2							3–4 J.	bot. Garten Zürich
11	Chamaecyparis sphaeroidea Spach. II	deutlich	0,114–0,4 mm	sehr wenige	–	0,01371 mm	0,009–0,001 mm	0,0075 mm	0,004–0,007 mm	1 Reihe, nicht berührend	–	0,0137 mm	0,0045 mm	7	1	1	1–7	0,024–0,0205 mm	1–8, 8 nur bei 1–3 dicken Markstrahlen		ziemlich stark					4 J.	bot. Garten Zürich
12	Chamaecyparis thyoides L.	deutlich	0,6–9 mm	sehr zahlreich	Querwände kaum verdickt; eigenartige Tüpfel auf den Längswänden	Max.: 0,044 mm Mittel: 0,0259 mm	0,009–0,002 mm	0,0045 mm	0,007–0,009 mm	1 Reihe, nicht berührend aber sehr zahlreich	–	0,0159–0,018 mm	0,0036–0,004 mm	5–6	1	1, selten 2	1–28	0,0195 mm	1–4, meist 2, selten 3, dazwischen meist 2, selten 1; zuweilen auch 5		verdickt					alt Stamm	bot. Garten Zürich
13	Chamaecyparis Lawsoniana Parl.	deutlich	0,17–0,4 mm	ziemlich zahlreich		Max.: 0,018 mm Mittel: 0,009 mm	Min.: 0 Mittel: 0,0045 mm	0,00457 mm	0,0091 mm	1 Reihe, nicht berührend aber sehr zahlreich	–	0,011 mm	0,00365 mm	7–8	1	1	1–10	0,0182 mm	2–6, nie 1						ziemlich stark, genähert und schräg	7 J.	Peloria
14	Chamaecyparis Squarrosa Sieb et Zucc.	deutlich	0,04–0,2 mm	sehr sparlich	in dünnen tangentalen Schnitten beobachtet nur keine Harzzellen	Max.: 0,013 mm Mittel: 0,0079 mm	Max.: 0 Mittel: 0,004 mm	0,00914 mm	0,00914 mm	1 Reihe, nicht berührend aber sehr zahlreich	–	0,0118 mm	0,0045 mm	7	1	1	1–7 meist 1–4	0,0201 mm	meist 2, auch 3, selten 1	z. häufig	meist stark angeschwollen			deutlich	–	6 J.	bot. Garten, Zürich
	Chamaecyparis pestera Sieb. et Zucc.	deutlich	0,54–1,2 mm	ziemlich zahlreich	Querwände wenig verdickt	Max.: 0,022 mm Mittel: 0,0191 mm	0,002–0 mm	0,0045 mm	0,0068–0,0089 mm	1 Reihe, nicht berührend aber sehr zahlreich	–	0,013 mm	0,0045 mm	8	1	1	1–5	0,0173 mm einmal: 0,0502 mm	sehr zahlreich; zu 1–6; sehr häufig sogar zu 5–6 in 1 verticalen Reihe		meist verdickt					3 J.	bot. Garten, Zürich
16	Callitris cupressoides Schrader – Widdringtonia cupressoides Endl.	nicht bemerkbar	–	sehr zahlreich	eigene Längswandtüpfel, die kleiner sind als die Markstrahlzelltüpfel	0,022 mm	0,0050 mm	0,0045 mm	0,009 mm	1 Reihe, zerstreut, nur an den Zellenenden berührend	–	0,009 mm	0,003 mm	4–5	1	1	1–7 meist 2–3	0,02193 mm	1–4, meist 2–3, grosse mit spaltenförmigem innern Hofe – 0,0079 mm gross							jüngerer Zweig	bot. Garten, Zürich
17	Callitris quadrivalvis, Vent.	nicht deutlich	c. 0,007–0,3 mm	nur ganz vereinzelt	–	0,013 mm	0,0068 mm	0,0060–0,009 mm	0,009–0,01 mm	1 Reihe, zerstreut		0,013 mm	0,004 mm	11–12	1	1	1–7 meist 2	0,0203 mm	2–5, kleine Tüpfel							3 J.	bot. Garten, Zürich
18	Thuya gigantea, Nutt	deutlich	1,2–10 mm	sehr zahlreich	Querwände stark verdickt; eigene Tüpfel auf den Längswänden	Max.: 0,0639 mm Mittel: 0,0315 mm	0,00569 mm	0,004 mm	0,0068–0,0098 mm	1 Reihe		0,014 mm	0,003–0,004 mm	3–4	1	1–2	1–30 meist 1–10	0,0257 mm	meist 1, seltener 2, sehr selten 3		häufig			deutlich	stark verdickt und schräg, Leiter- oder netzartige Verdickungen auf dem tangentalen Schnitte	sehr alter Stamm	Roess i Neumark
19	Fitzroya patagonica Hook	deutlich	0,51 mm	nicht zahlreich	Querwände kaum verdickt; eigene, kleine Längswandtüpfel	Max.: 0,04 mm Mittel: 0,0204 mm	0,004–0,0051 mm	0,0027–0,005 mm	0,0091–0,015 mm	1 Reihe, nicht berührend	–	0,0182 mm	0,004 mm	6	1	1	1–8 meist 1–6	0,0288 mm	1–4, meist 2, auch 3 kleine Tüpfel, klein, mit spaltenförmigem innern Hof	zahlreich	ziemlich stark					sehr alter Stamm	Patagonien
20	Libocedrus tetragona Endl.	sehr deutlich	0,40–0,74 mm	zahlreich	Querwände nicht verdickt; Längswandtüpfel klein und wenig zahlreich	0,0242 mm	0,0045–0,0011 mm–0	0,004–0,0091 mm	0,0091–0,01371 mm	1 Reihe, klein, zahlreich, aber nicht berührend		0,0121 mm	0,0045 mm	10–11	1	1, sehr selten 2	1–10 meist 1–8	0,0240 mm	1, meist 2, auch 3 kleine Tüpfel	sehr selten 2 zahlreich, mit kreuzf. Höfen	sehr selten angeschwollen	–	–	–	–	34 J.	Phillippi
21	Libocedrus decurrens Torr.	sehr deutlich	1–1,5 mm	zahlreich	Querwände nicht verdickt; Längswandtüpfel klein u. wenig zahlreich	–	–	–	–	1 Reihe, oft grösser, oft klein, dann auf einer Seite der Holzzellen gehäuft		–	–	–	–	1–10 meist 2–4	0,0210 mm	1, 2–4 Tüpfel	2 zahlreich, oft sparlich	sehr selten angeschwollen	–	–	–	deutlich	–	c. 8 J.	bot. Institut, Zürich
	Taxodium distichum Rich	deutlich	0,2–1,08 mm	ziemlich häufig	sehr stark verdickte Querwände u. zahlreiche [illegible]	Max.: 0,0045 mm Mittel: [illegible]	Min.: 0,0011 mm Mittel: [illegible]	0,0034–0,004 mm	0,0091 mm	Meist nur 1 Reihe, zuweilen 2 opponirte Tüpfel; zerstreut		0,0091–0,0139 mm	0,0091–0,0068 mm	8	1	1	1–9	0,021 mm						deutlich		c. 20 J.	bot. Garten, Berlin
	Cryptomeria japonica Don. I	deutlich	21–22 mm	deutlich, besonders im Herbstholze	Querwände schwach verdickt; zahlr. Längswand [illegible]	0,02010 mm	0,0046–0,0045 mm	0,0045–0,0057 mm	0,009 mm	1 Reihe, nicht zahlreich, meist weit auseinander		0,011–0,013 mm	0,004–0,0054 mm	5	1	1, sehr selten 2 Zellen nebeneinander	1–10 meist 1–12	0,0193 mm	bei den höheren Markstrahlen aussen 2–3, da [illegible]	zahlreich	oft stark angeschwollen				nicht verdickt und oft schräg, meist jedoch gerade	alt Stamm	Ost-Indien
24	Cryptomeria japonica Don. II.	deutlich	1–6,5 mm	nicht zahlreich, meist genau auf Jahrringgrenze	Querwände nicht verdickt; rede Längswandtüpfel	0,02010 mm	0,0046–0,0015 mm	0,0045–0,0057 mm	0,009 mm	1 Reihe, zahlreich		0,011–0,013 mm	0,004–0,0054 mm	20	1	1, sehr selten 2 kleinere Zellen nebeneinander	1–8	0,0190 mm	aussen 2–4, dazwischen 2, seltener 1	zahlreich	–	–			kaum verdickt und meist gerade	c. 1 J.	bot. Garten, Berlin
25	Cryptomeria japonica Don. III.	deutlich	1–5 mm	nicht zahlreich	Querwände kaum verdickt; Längswandtüpfel ziemlich zahlreich	0,0256 mm	0,013–0,002 mm	0,00462 mm	0,0090–0,011 mm	1 Reihe, zerstreut, ziemlich sparlich		0,0159 mm	0,0045 mm	5–6	1	1–2	1–15	0,0246 mm	1–3	zahlreich					–	30 J.	Garten von Herrn Barbey Boisser in Genf
26	Cunninghamia sinensis Rich	deutlich	0,06–1,48 mm	zahlreich	Querwände wenig verdickt; zahlreiche Längswandtüpfel	0,0144 mm	0,0045–0,0011 mm	0,004 mm	0,0068–0,009 mm	1 Reihe, nicht berührend und klein	innere Höfe gekreuzt	0,014 mm	0,0054 mm	10	1	1	1–5 meist 2–3	0,0281–0,0528 mm	1–3, bis 0,069 mm gross, also fast = Holzzelltüpfeln	sparlich						15 J.	China
	Widdringtonia juniperoides Endl.	nicht deutlich	0,33–1,5 mm	zahlreich	–	0,0159 mm	[illegible]	0,00914 mm	0,00914 mm	1 Reihe, selten berührend meist zerstreut		0,0182 mm	0,004 mm	7	1	1	1–10 meist 2–5	0,0147 mm	1–4, selten bis 6; äussere Reihen mit 2–5, innere [illegible] 2. Tüpfeln	[illegible] sparlich						6 J.	Cap der guten Hoffnung
28	Sequoia gigantea Torr.	sehr deutlich	2,9 mm	zahlreich	Querwände nicht verdickt, zahlreiche kleine Längswandtüpfel	Max.: 0,0182 mm Mittel: 0,057 mm	0,0214 mm	0,009 mm	0,016 mm	meist 2 Reihen, sehr zahlreich		0,0159 mm	0,0054 mm	11–12	1	1–2	1–12 sehr selten 1–2 meist 5–9	0,018 mm	2–4, oft 4 Tüpfel in 2 horizontalen Reihe							alt Stamm	Dépôt. von Prof. Cramer
29	Podocarpus latifolia Wall.	undeutlich	3,78 mm	zahlreich	Querwände nicht verdickt; zahlreiche Tüpfel	Max.: 0,0084 mm Mittel: 0,04227 mm	Min.: 0,0014 mm Mittel: 0,0182 mm	0,01005 mm	0,0143–0,0182 mm	1 Reihe, grosse Tüpfel, selten 2 opponirte		0,018–0,022 mm	0,006–0,009 mm	5	1	1, selten 2	1–26	0,0189 mm	1, sehr selten 2 bis 0,0137 mm gross							sehr alter Stamm	Borneo
30	Podocarpus Bracteata Bl	deutlich	1,2–4,5 mm	zahlreich	id.	Tüpfel [illegible] Holzzelltüpfel	Max.: 0,0182 mm Mittel: 0,0075 mm	Max.: 0,0055 mm Mittel: 0,0074 mm	0,00996 mm	0,01508 mm	1 Reihe	0,0182 mm	0,0071 mm	5	1	1–2	1–10	0,0226 mm	1, sehr selten 2 bis 0,0137 mm gross					verdickt		[illegible] Stamm	Amboina
31	Podocarpus Salicifolia Karst et Kl.	deutlich	0,4–0,81 mm	zahlreich	id.	0,05245 mm	0,0137–0,0045 mm	0,009 mm	0,0112 mm	1 Reihe zerstreut,		0,0182 mm	0,00639 mm	5	1	1	1–9	0,0217–0,041 mm	1 Tüpfel mit schlitzartigem innern Hofe	zahlreich						c. 40 J.	Caracas
32	Podocarpus pungens, Caley – Podocarpus spinulosa R. Brown.	deutlich	–	–	Querwände verdickt, oft stark; Längswandtüpfel zahlreich	–	–	–	–	1 Reihe, zerstreut				1		1–4	0,029 mm	1 [illegible]	sparlich			zuweilen schwächer dickt			junger Zweig	bot. Garten, Zürich
33	Gingkoites heterophylla Endl.	deutlich	0,37 mm	nur eine beobachtet	Querwände der 1. Harzzelle verdickt	0,006–0,018 mm	0,0022 mm	0,005 mm	0,005 mm	1 Reihe, bald zerstreut, bald berührend		0,0091 mm	0,0034 mm	7	1	1	1–9	0,0267–0,0411 mm	sehr selten 1, meist 2–3, auch 4; fast stets in 1 vertical. Reihe stehend							2 J.	bot. Garten, Zürich
34	Salisburia adiantifolia Salisb – Ginkgo biloba L.	deutlich	0,81–1,01 mm	0	in den Markstrahlzellen findet sich zuweilen Harz	0,02819 mm	0,0062 mm	0,00686 mm	0,00731 mm	1 2 Reihen, nicht berührend, an den Enden der kurzen Zellen meist 2 opponirt	innere Höfe schlitzartig	[illegible] mm	[illegible] mm	9–10	1	1	1–7 meist 2	0,0218 mm	1–3, meist 2, [illegible] kleine, schlitzartige 2–3 Z							8 J.	bot. Garten, Jena
35	Saxegothaea conspicua Lindl.	deutlich	0,67–0,94 mm	sehr zahlreich	reichliche Poren, Harz reich	0,009–0,0137 mm	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1 Reihe, [illegible] oft abgedacht		0,0182 mm	0,00274 mm	7	1	1	1–10 meist 1–8	0,0214 mm	1–2, selten 4 Tüpfel mit [illegible]	zahlreich			sehr stark und sehr dicht			27 J.	Philippi
36	Abies Webbiana Lindl.	deutlich	2–4 mm	nicht zahlreich	häufig gewesen sich Markstrahlen und neben Harz auf	0,0593 mm	0,0091–0,0012 mm	0,00457 mm	0,0137–0,009 mm	3 Reihe, sehr selten 2 opponirt, in ganzen Holzpartien sehr sparlich	[illegible]	0,0159 mm	0,00274 mm	4	1	1, selten 2	1–7	0,0203 mm	1–2, selten 3 kleine Tüpfel, sehr selten 2 grosse Tüpfel				sehr stark und sehr dicht	verdickt und meist schräg	alt Stamm	Simla Ost-Indien
37	[illegible] Mackenzii Hook	deutlich	[illegible]	0		[illegible]	[illegible]	0,00914 mm	[illegible]	1 Reihe, zerstreut, an den Enden regelmässig gehäuft, Zonen bildend	innere Höfe schlitzartig	0,0182 mm	0,0045 mm	10–12	1	1	1–7	0,0228 mm	1 [illegible] sehr gross, [illegible] 0,02 mm gross	z. zahlreich					–	[illegible] J.	Australien

Uebersichts-Tabelle

der **37** zu

Cupressoxylo

gehörenden

recenten Hölzer.

Namen:	Leiterform. Verdickung der tang. Markstrahlwände.	Poröse Verdickung der tang. Markstrahlzellwände.	Auffallend schräge Stellung derselben.	Besonders kurze Zellen.	Zahl der Markstrahlzellschichten neben einander: Eine Schicht	Zahl der Markstrahlzellschichten neben einander: 1—2 Schichten nebeneinander (≤ = 3 Sch.)	Holzzellen. Form der innern Höfe der Holzzelltüpfel: spaltförmig	Holzzellen. Form der innern Höfe der Holzzelltüpfel: gekreuzt	Holzzellen. Schiefe Streifung.	Holzzellen. Tangentialtüpfel.	Holzzellen. Zahl der radialen Holzzelltüpfel: zahlreich	Holzzellen. Zahl der radialen Holzzelltüpfel: nicht berührend.	Holzzellen. Zahl der radialen Holzzelltüpfel: berührend und abplattend.	Holzzellen. Zahl der radialen Holzzelltüpfel: 1 Reihe	Holzzellen. Zahl der radialen Holzzelltüpfel: 1—2 Reihen	Alter des Holzes: 1—10 Jahre	Alter des Holzes: 10—25 Jahre	Alter des Holzes: 25—50 Jahre	Alter des Holzes: 100 Jahre und darüber
1. Thuya occidentalis L.	.	.	.	.	×	.	.	.	.	×	×	×	.	×	.	.	.	>	.
2. Thuya orientalis L.	.	.	.	.	×	.	.	×	.	×	×	.	.	.	.	.	.	.	.
3. Juniperus communis L.	.	.	.	.	×	.	×	.	.	.	×	.	.	.	.	.	.	.	.
4. Juniperus virginiana L.	.	.	.	.	.	×	.	.	.	.	.	×	.	×	.	.	.	.	.
5. Cupressus sempervirens I. L.	.	.	.	.	.	×	.	.	.	.	.	.	.	×	.	.	.	.	.
6. C. sempervirens L. II.	.	.	.	.	×	.	×	.	×	.	.	×	.	×	.	.	×	.	.
7. C. sinensis hort.	.	×	×	.	.	×××	.	.	.	.	.	×	.	×	.	.	×	.	.
8. C. Macnabiana Murr. — Stamm	.	×	.	.	.	×	.	.	.	.	.	×	.	×	.	.	.	.	.
9. C. Macnabiana Murr. — Ast	.	.	.	.	×	.	.	.	×	.	.	×	.	×	.	.	×	.	.
10. Chamaecyparis sphaeroidea Spach.	.	.	.	.	×	.	.	.	.	.	.	×	.	×	.	×	.	.	.
11. Ch. sphaeroidea Spach. II.	.	.	.	.	.	×	.	.	.	.	×	×	.	×	.	.	.	.	>
12. Ch. thuyoides L.	.	×	×	×	×	.	.	.	.	.	.	×	.	×	.	×	.	.	.
13. Ch. Lawsoniana Parl.	.	.	.	.	×	.	.	.	×	×	.	×	.	×	.	×	.	.	.
14. Ch. Squarrosa Sieb. et Zucc.	.	.	.	.	×	.	.	.	.	.	.	×	.	×	.	×	.	.	.
15. Ch. pisifera Sieb. et Zucc.	.	.	.	.	×	.	.	.	.	.	.	×	.	×	.	×	.	.	.

F. Beust, ad nat. del.

Lith. Wurster, Randegger & Co.

Araucaroxylon Heerii Bst.

Uebersichts-Tabelle

der **37** zu

Cupressoxylon

gehörenden

recenten Hölzer.

Harzzellen.

Verdickungen der Querwände: sehr, mässig, nur wenig, fehlt

Eigenartige Tüpfel: viel, wenig

Harzzellen kommen vor: viel, wenig, zerstreut vertheilte, besonders im Herbstholze, keine

Markstrahlzellen.

Vorkommen der Markstrahlen im Querschnitte der Zahl nach: auf 1 Holzzellreihen 1 Markstrahl; auf 2–3 Holzzellreihen 1 Markstrahl; auf 4–5 Holzzellreihen 1 Markstrahl; auf 6–7 Holzzellreihen 1 Markstrahl; auf 8–9 Holzzellreihen 1 Markstrahl; auf 10 und mehr Holzzellreihen 1 Markstrahl

Höhe der Markstrahlen in Zellenreihen übereinander ausgedrückt: 1–8 Zellen; 1–7 Zellen; 1–10 Zellen; 1–12 Zellen; 1–15 Zellen; 1–20 Zellen

Höhe der einzelnen Markstrahlzelle: 0–10 Mikr.; 0–20 Mikr.; 0–30 Mikr.; 0–40 Mikr. (Maximum)

Zahl der Markstrahlzelltüpfel pro Holzzelle: 1 Tüpfel selten 2; 1–2 Tüpfel selten 3; 1–3 Tüpfel; 1–4 Tüpfel; 1–5 Tüpfel; 2–4 Tüpfel; 2–5 Tüpfel; 2 Tüpfel

Anordnung der Markstrahlzelltüpfel: verschieden; in 1 oder 2 Reihen; in 1 oder 2 Reihen, meist aber in den Innern

Grösse derselben und Form: sehr grosse Tüpfel; elliptische Tüpfel

Verdickung der Markstrahllängswände: Am Tüpfelumfange; Als Netzleistenporen; Fast Vollständig

Leiterförm. Verdickung der tang. Markstrahlwände

Punktförm. Verdickung der tang. Markstrahlwände

Auffallend schräge Stellung derselben

Besonders kurze Zellen

Eine Schicht

Zahl der Markstrahlzellschichten neben einander: 1–2 Schichten (≤ 3 Sch.); mehrschichtig (> 3 Sch.)

Holzzellen.

Form der inneren Hälfte der Holzzelltüpfel: spaltförmig; schiefe Streifung; Tangentialtüpfel

Zahl der radialen Holzzelltüpfel: zahlreich; nicht berührend; berührend und abplattend; 1 Reihe; 1–2 Reihen

Alter des Holzes

1–10 Jahre; 11–25 Jahre; 25–50 Jahre; 100 Jahre und darüber

Namen:

1. Thuya occidentalis L.
2. Thuya orientalis L.
3. Juniperus communis L.
4. Juniperus virginiana L.
5. Cupressus sempervirens L. I.
6. C. sempervirens L. II.
7. C. sinensis hort.
8. C. Macnabiana Murr. — Stamm
9. C. Macnabiana Murr. — Ast
10. Chamaecyparis sphaeroidea Spach. I.
11. Ch. sphaeroidea Spach. II.
12. Ch. thuyoides L.
13. Ch. Lawsoniana Parl.
14. Ch. Squarrosa Sieb. et Zucc.
15. Ch. pisifera Sieb. et Zucc.
16. Callitris cupressoides Schrad.
17. C. quadrivalvis Vent.
18. Thuya gigantea Nutt.
19. Fitzroya patagonica Hook.
20. Libocedrus tetragona Endl.
21. Libocedrus decurrens. Torr.
22. Taxodium distichum Rich.
23. Cryptomeria japonica Don. I.
24. Cr. japonica Don. II.
25. Cr. japonica Don. III.
26. Cuninghamia sinensis Rich.
27. Widdringtonia juniperoides Endl.
28. Sequoia gigantea Torr.
29. Podocarpus latifolia Wall.
30. P. Bracteata Bl.
31. P. salicifolia Karst. et Kl.
32. P. pungens. Caley
33. Glyptostrobus heterophyllus Endl.
34. Salisburia adiantifolia Salisb.
35. Saxegothaea conspicua Lindl.
36. Abies Webbiana Lindl.
37. Octoclinis Backhousi Hill.

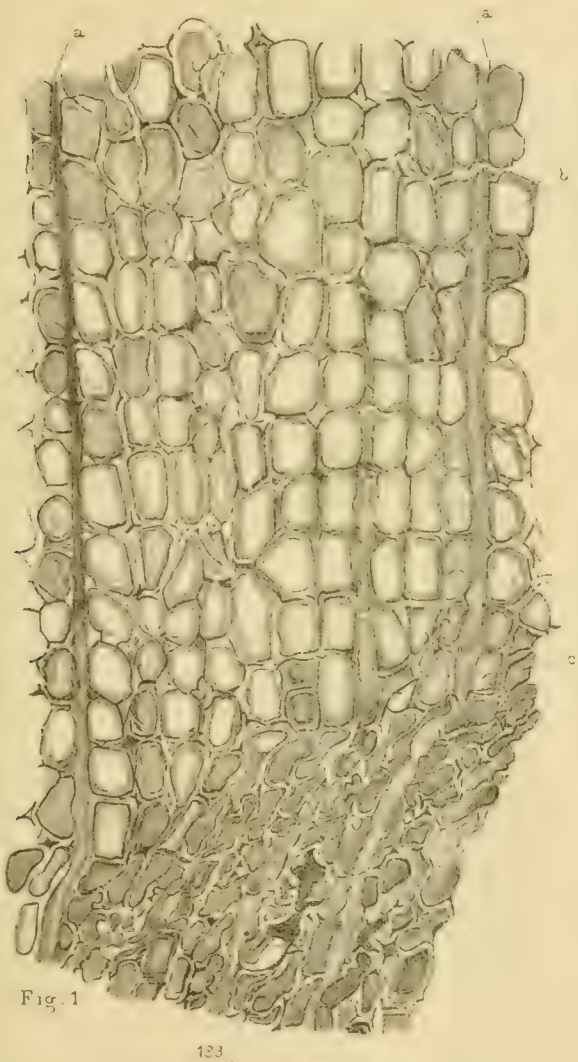


Fig. 1

133/1

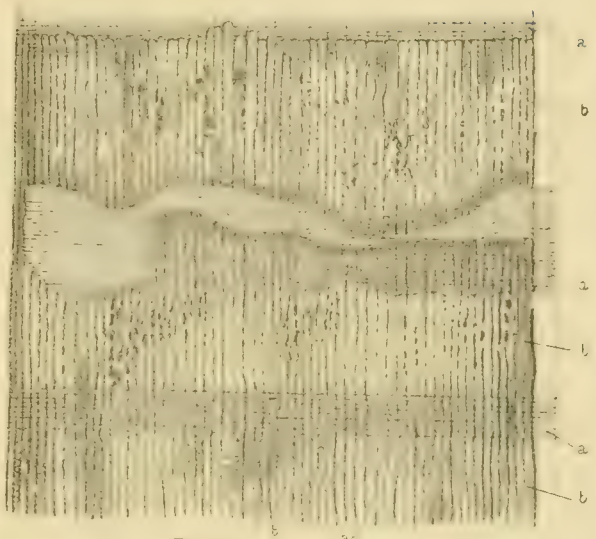


Fig. 4

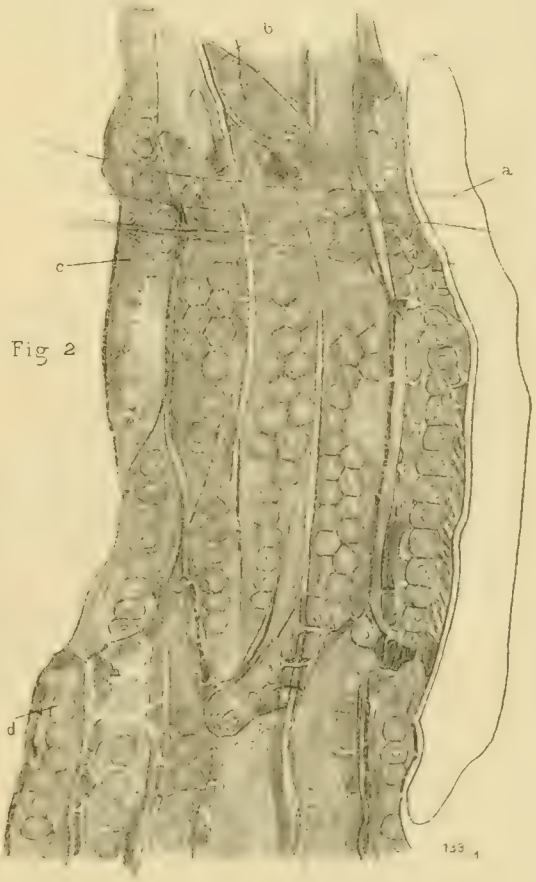


Fig. 2

133/1

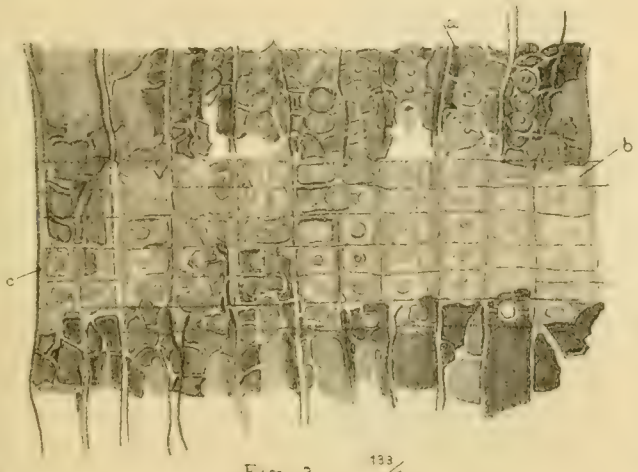


Fig. 3

133/1

F. Beust, ad nat. del.

Lith. Wurster, Randegger & Cie

Araucaroxylon Ilcerii Bst.

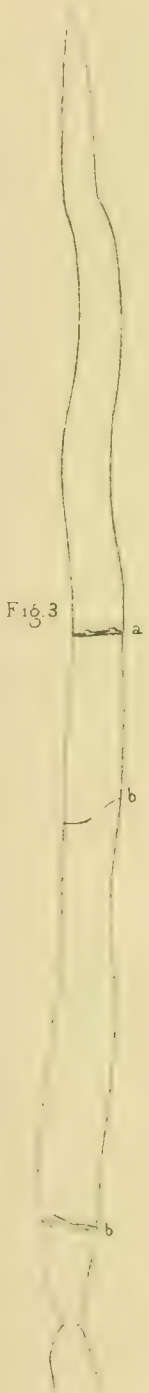


Fig. 3

Fig. 8

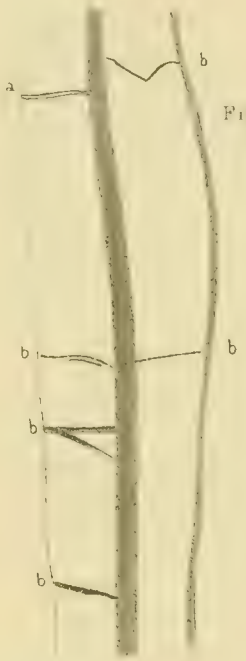


Fig. 2

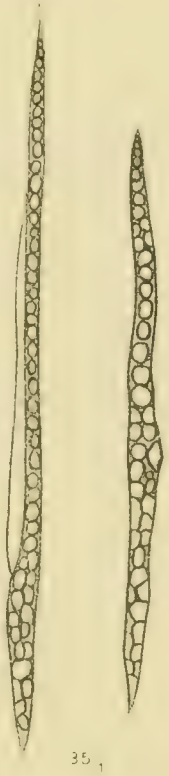


Fig. 7

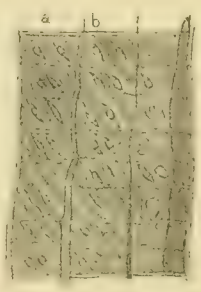


Fig. 5

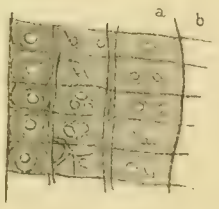


Fig. 6

Fig. 1

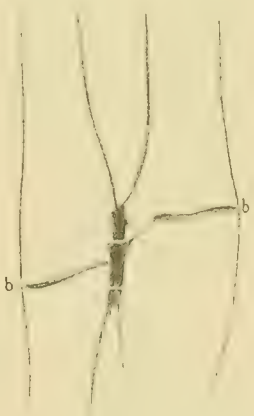


Fig. 4

F. Beust ad nat. del.

Araucaroxylon Heerii Bst.

Fig 9

Fig 8

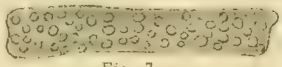


Fig 7

Fig. 5

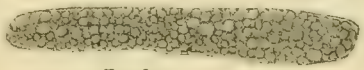


Fig 6

Fig. 4

Fig. 1

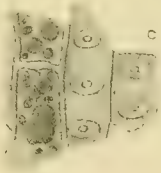


Fig. 2

Fig. 3

Fig. 10

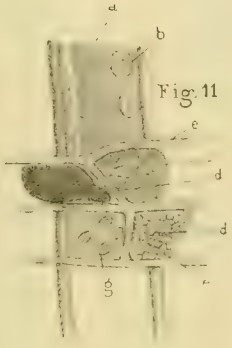


Fig. 11

Fig. 14

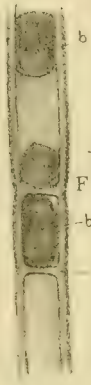


Fig 15

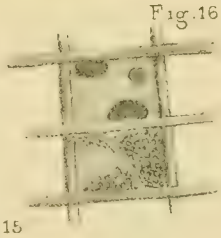


Fig. 16

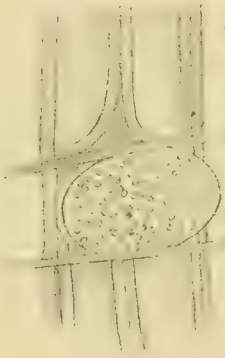


Fig 17

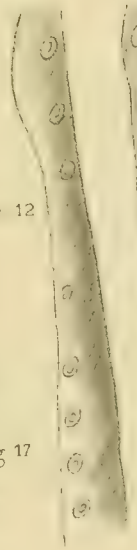


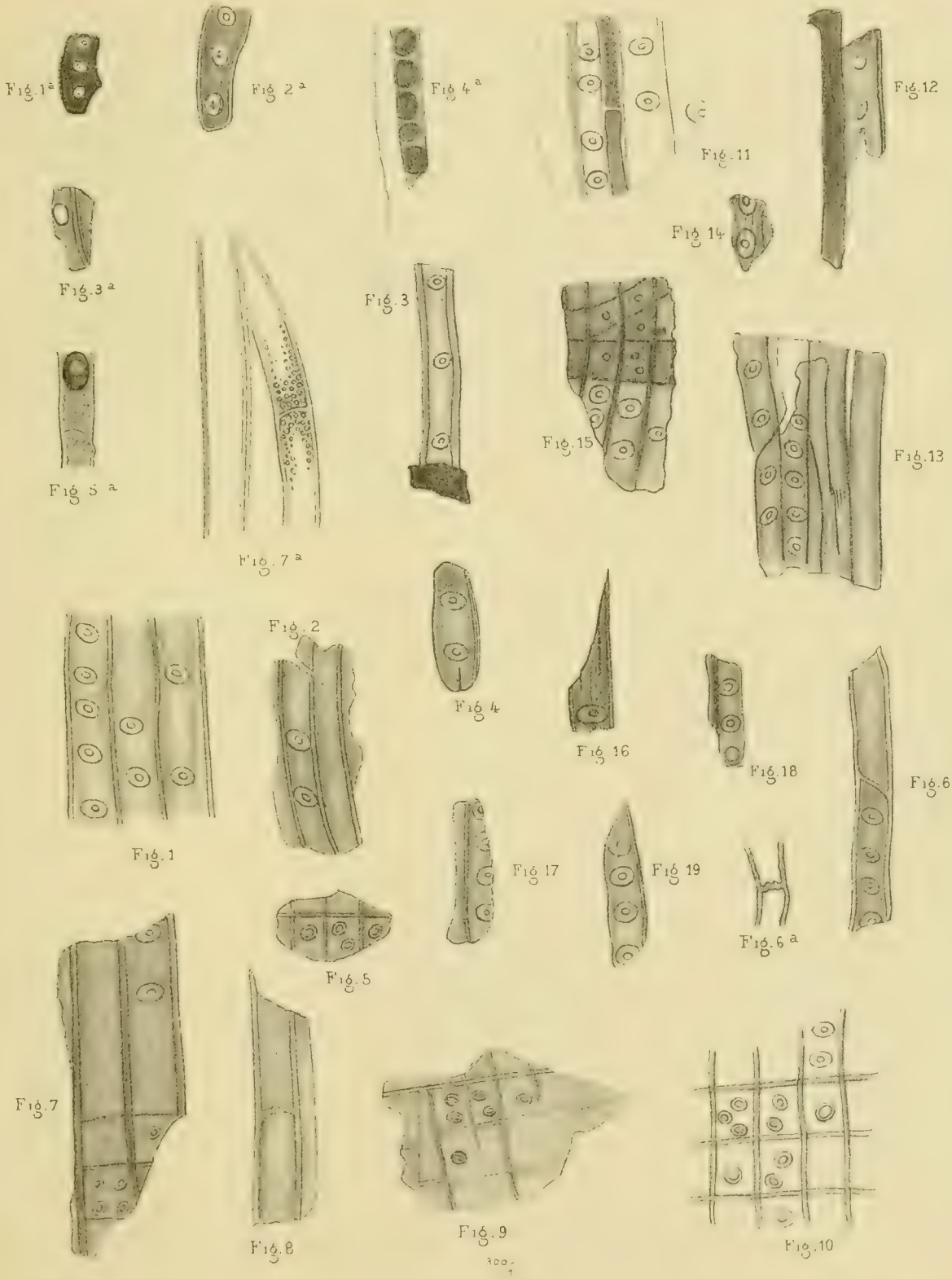
Fig 12

Fig. 13

F. Benst. ad nat. del.

Lith. Wurster, Randegger & C°

Fig: 1.-8. Sequoia Couttsiae Hr. 9. Araucaroxylon Heerii Bst. 10.-17. Libocedrus Sabiniana Hr.



F. Beust, ad nat. del

Lith. Wurster, Randegger & C°

Cupressoxylon antarcticum Bst.

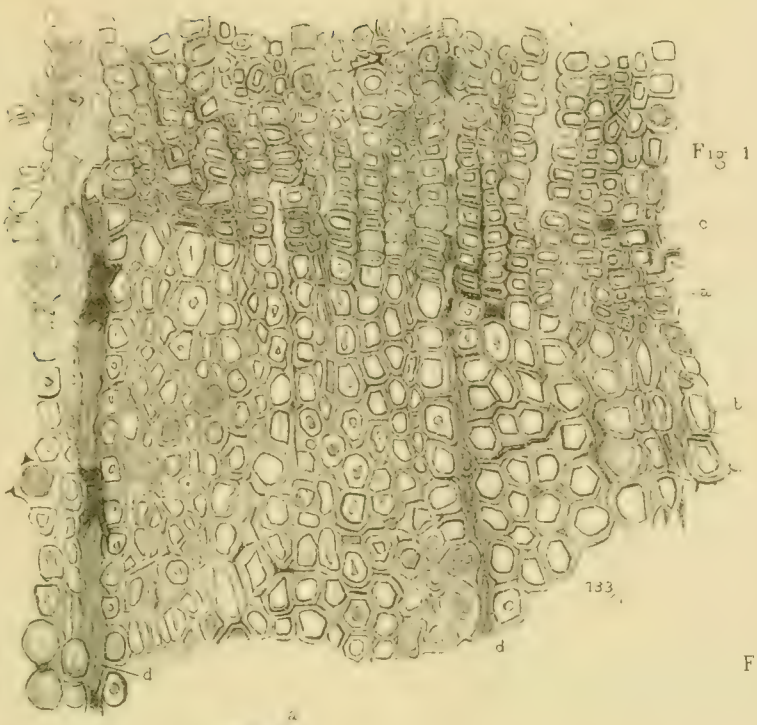


Fig. 1

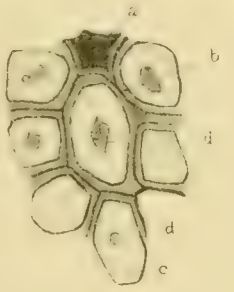


Fig. 2 320/1

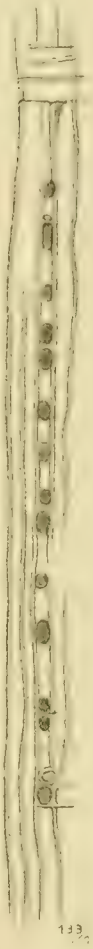


Fig. 6

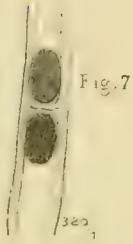


Fig. 7

Fig. 3

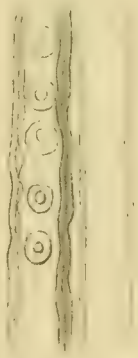


Fig. 4

Fig. 5

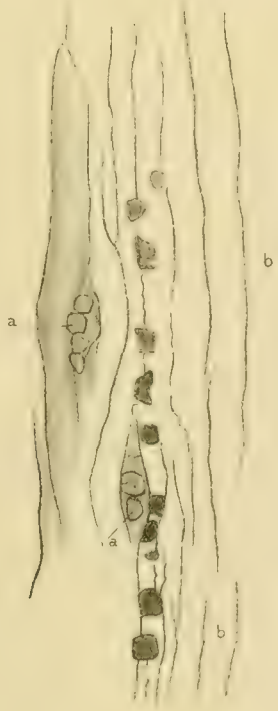


Fig. 8

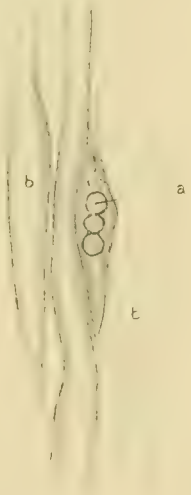


Fig. 9

F. Bernstad nat. del

Lith. Wurster, Randegger & Co.

Libocedrus Sabiniana Hr.

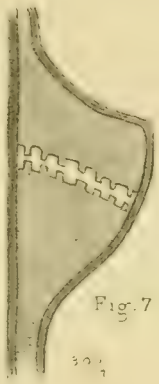


Fig. 7

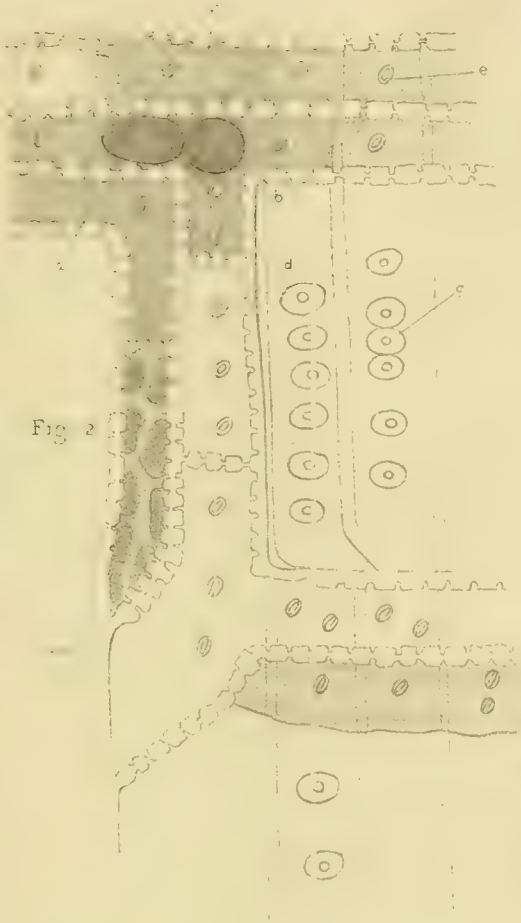


Fig. 2

Fig. 6

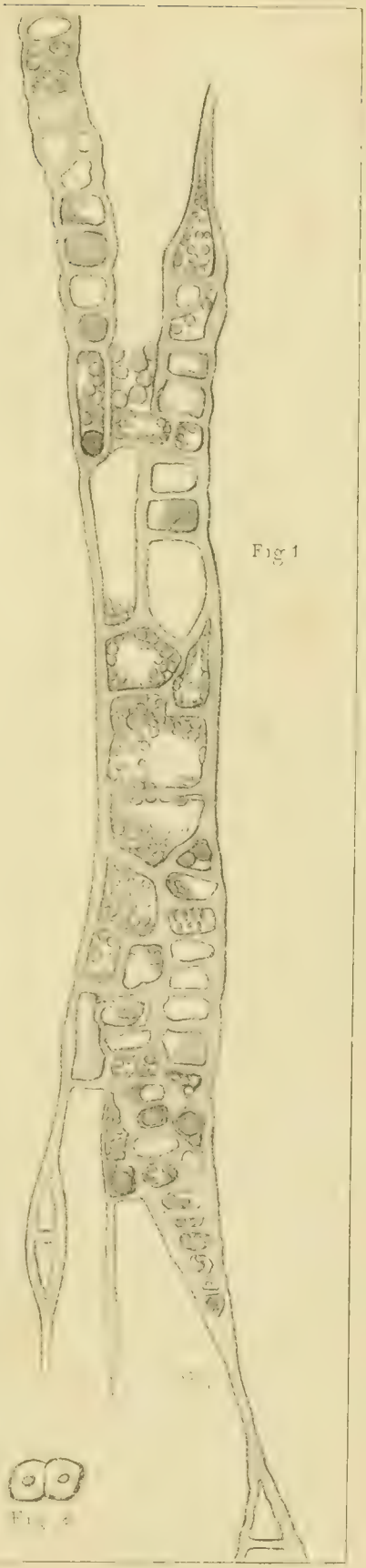


Fig. 1

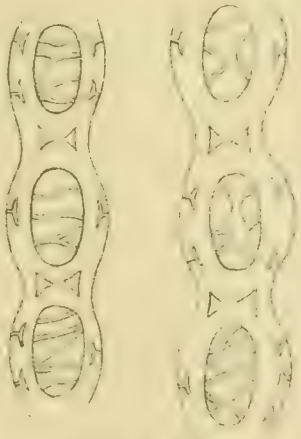


Fig. 5

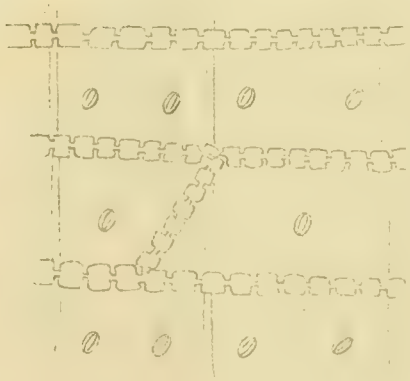


Fig. 3

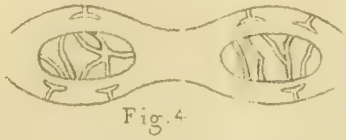


Fig. 4

Fig. 8

F. Beust ad nat. del.

Lith. Wurster, Randegger & C.

Fig. 1. 2. 3. 6. 7. 8. Abies Webbiana. 4. 5. Thuya gigantea

LA

FAUNE PROFONDE

DES

LACS SUISSES

PAR

LE Dr F.-A. FOREL

DE MORGES

PROFESSEUR A L'ACADÉMIE DE LAUSANNE

MÉMOIRE COURONNÉ

PAR

LA SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES,

LE 16 SEPTEMBRE 1884 A LUCERNE

PRÉFACE.

En 1882 la Société helvétique des sciences naturelles a posé la question suivante en demandant qu'il y fût répondu au 1er juin 1884:

»Etudier la faune profonde de nos lacs en tenant compte des différentes classes d'ani»maux et des divers lacs de la Suisse.«

Des recherches qui se lient à ce sujet m'occupant depuis une quinzaine d'années, j'ai cru devoir tenter de les résumer pour répondre à la question posée; je l'ai fait dans la mesure de mes forces, en laissant de côté les points sur lesquels je ne me sens pas compétent, et en m'appuyant sur les travaux des collaborateurs, mes collègues et mes amis, qui m'ont aidé dans ces études; je l'ai fait avec d'autant plus d'empressement que depuis longtemps je sentais comme un devoir de reconnaissance de réunir en un ensemble les travaux isolés que nous avions publiés dans ce domaine, d'essayer une généralisation des points de détail que les uns et les autres nous avions découverts. A ces collaborateurs revient la plus grande part des faits nouveaux que j'aurai à décrire. Mais en présentant cet essai je demande la permission de préciser la position que j'entends garder. Quoique le plan de ce mémoire m'ait fait aborder dans son ensemble l'étude de la faune profonde des lacs, je considère mon travail comme n'étant pas autre chose qu'une introduction générale à l'étude de ce chapitre de l'histoire naturelle de notre pays.

Le sujet est très considérable, fort complexe et fort difficile; il ne peut être épuisé en une fois; il réclame et réclamera le concours de bien des naturalistes à spécialités diverses. Pour qu'un seul homme pût mener à bien l'ensemble de ces études, il faudrait qu'il jouît d'aptitudes fort différentes et presque contradictoires; il faudrait qu'il fût à la fois un batelier, un physicien et un zoologiste, qu'il sût et qu'il pût à la fois travailler dans le laboratoire de la nature et dans le cabinet du naturaliste, qu'il eût à la fois l'imagination qui invente les méthodes, l'habileté technique qui les met en jeu, la science qui en utilise les résultats, et les ressources d'une vaste érudition et d'une grande bibliothèque qui lui permissent d'en comparer les fruits. De ces facultés indispensables à l'accomplissement de sa tâche, l'auteur ne se reconnaît que celles d'un bon batelier, sachant bien son lac, et capable de l'explorer; et encore, pendant cinq des quinze dernières années, a-t-il été retenu loin du lac par un accident désagréable, qui l'a, pour ces études, autant paralysé que l'aurait fait une maladie.

Ce ne sont donc que les grandes lignes du sujet qui ont pû être esquissées dans ce premier essai de généralisation; les études de détail, et spécialement les études zoologiques proprement dites, sont restées beaucoup trop incomplètes. Mais pour que nos successeurs puissent pousser en avant leurs travaux avec fruit, il leur est nécessaire de connaître les problèmes résolus, les problèmes qui attendent leur solution, et les résultats auxquels se sont arrêtés leurs devanciers. C'est à résumer ces recherches préliminaires que je me suis appliqué.

Quels sont les résultats obtenus? Que reste-t-il encore à faire? Voici, me semble-t-il, où nous en sommes:

Nous connaissons à peu près suffisamment le milieu dans lequel vivent les animaux de la faune profonde; le résumé que je puis donner des conditions physiques de la région me paraît suffisant pour des études de biologie; ce n'est pas à dire qu'il ne puisse pas être fort avantageusement complété sur quelques points, en particulier sur les questions de température et de composition chimique des eaux des divers lacs. En fait de sociétés animales alliées à la faune profonde, nous connaissons à peu près suffisamment la faune pélagique des lacs; mais la faune littorale est encore trop peu étudiée. Sous prétexte que c'est la faune aquatique classique, celle qui partout et toujours a été l'objet des études des zoologistes, sous prétexte qu'elle doit être connue, cette faune a été beaucoup trop négligée. Nous sommes incapables d'établir pour les divers lacs de la Suisse la liste des espèces littorales. Quant à la faune des eaux souterraines de la Suisse elle est encore absolument inconnue. Des travaux dans ces directions s'imposent avec un caractère d'urgence aux naturalistes de notre pays.

Pour ce qui concerne la faune profonde elle-même, nous en avons acquis une première orientation, nous avons jeté sur elle un premier coup d'œil général. Nous savons qu'elle existe dans tous les lacs, et qu'elle a partout à peu près les mêmes traits d'ensemble.

Nous avons une liste approximative des espèces que quelques coups de drague ont pêchées dans la plupart des lacs suisses. Ces listes doivent être complétées et vérifiées; elles doivent surtout être précisées. Des déterminations spécifiques rigoureuses sont nécessaires pour un grand nombre de formes, qui sont insuffisamment indiquées. Enfin le grand travail, qui est à peine ébauché pour une ou deux espèces seulement, qui s'offre à nos zoologistes en leur promettant une foule de découvertes importantes, c'est l'étude attentive et complète de chacune des espèces de la région profonde, dans chacun des lacs Suisses. Il y aurait pour chaque espèce à déterminer, dans chaque lac, la différenciation progressive de l'espèce abyssicole; que la forme originale vienne du littoral ou bien des eaux souterraines, il y aurait à la suivre dans ses modifications jusqu'à la forme profonde à son maximum de différenciation, il y aurait pour chaque espèce abyssicole à reconnaître les diverses variétés, qui se sont différenciées isolément et chacune pour son compte, dans les divers lacs de la région. Il y a là un champ considérable d'études qui ne peuvent être menées à bien que par des spécialistes, disposant de beaucoup de temps et de

patience. La mine est riche; elle promet une abondante récolte de découvertes intéressantes.

Je ne parle pas des questions générales ou spéciales qui s'offrent en foule au naturaliste; j'en ai indiqué quelques-unes, il en reste bien plus encore à résoudre; questions de physiologie, de zoologie systématique, de morphologie, questions de phylogénie ou d'ontogénie, chaque naturaliste verra se poser devant lui les problèmes qui s'attaqueront à sa curiosité. On le voit la tâche est encore grande et le travail n'est qu'à peine commencé. C'est à titre d'*introduction générale* à cette étude, c'est dans l'espoir d'engager de nombreux zoologistes à suivre à ces recherches très fructueuses et très importantes; c'est avec l'idée de les aider en les orientant sur les conditions générales du milieu, en leur rappelant ce qui est connu et par conséquent ce qu'il reste à connaître, que je me suis permis de soumettre les pages suivantes à la Société helvétique des sciences naturelles.

— Un mot encore sur un détail du plan de mon travail. La Suisse n'est point un pays délimité au point de vue de l'histoire naturelle. J'ai trouvé utile de réunir à notre Suisse proprement dite les contrées voisines, la Savoie et l'Insubrie; je les ai groupées sous le nom de région Subalpine centrale. Quant aux lacs du Jura, qui auraient été laissés en dehors par cette délimitation du sujet, j'en donne un exemple à la fin du mémoire; j'esquisse la faune profonde du lac de Joux dans un paragraphe qui traite des lacs étrangers à notre région Subalpine.

VOCABULAIRE

des termes locaux ou peu usités et des néologismes.

Abyssal (région abyssale, faune abyssale) qui appartient à la région profonde.

Abyssicole (animal abyssicole) qui habite dans la région profonde.

Beine, partie du littoral formant une plaine horizontale qui s'étend depuis le bas de la grève submergée jusqu'au bord du Mont.

Cavicole (animaux cavicoles) qui habite les cavités souterraines, les cavernes, les puits.

Eau bleue. Partie du lac où l'œil ne distingue plus le fond, et ne voit plus que la couleur propre de l'eau, d'un bleu pur dans le Léman et quelques autres, d'un bleu vert, d'un vert bleu, ou d'un vert plus ou moins pur dans les autres lacs.

Limicole (animaux limicoles) qui habite le limon.

Mont, talus incliné du lac, en avant de la beine.

Relégué (faune reléguée, espèces reléguées) se dit des espèces marines abandonnées dans des golfes lesquels ont été séparés de la mer et se sont transformés en lac. A mesure que l'eau a perdu sa salure les formes marines se sont transformées en formes d'eaux douces. (*Relictenfauna* des Allemands, *fauna relegata* des Italiens.)

Ténevière, monticule de galets au milieu de la beine. Quelques-unes des ténevières sont naturelles, elles sont l'indice d'anciennes grèves aujourd'hui submergées; d'autres sont artificielles, elles sont formées par les ruines des cités lacustres. (*Steinberg* des Allemands.)

TABLE DES MATIÈRES.

Préface III
Vocabulaire des termes locaux et des néologismes VI
Table des matières VII

Introduction 1
Chap. I. Données géographiques . . . 4
Chap. II. Conditions de milieu 8
§ 1. Pression 8
§ 2. Mouvements de l'eau 10
A. Vagues 10
B. Courants 12
§ 3. Température 15
Congélation des lacs 25
§ 4. Lumière 26
A. Rayons lumineux 27
Intensité de la lumière 27
Couleur de la lumière 32
B. Rayons actiniques 33
§ 5. Composition chimique de l'eau . . . 35
Léman, matières dissoutes 35
Matières organiques 40
Gaz dissous 41
Eau des profondeurs, matières dissoutes 42
Matières organiques 43
Gaz dissous 43
Eau des autres lacs suisses 45
§ 6. Poussières aquatiques 48
§ 7. Relief du fond des lacs, généralités . . 49
Détails du relief des divers lacs . . 51
§ 8. Nature du sol du fond des lacs . . . 55
Détails sur le sol des divers lacs . . 57
Généralités 61
Classification des sols 62
§ 9. Résumé 63
§ 10. Limites de la région profonde . . . 64
§ 11. Influence de la grandeur du lac sur les conditions de milieu 68

Chap. III. Les faunes et les flores superficielles 69
§ 1. La flore littorale 69
§ 2. Poissons 75
§ 3. La faune littorale du lac Léman . . 78
La faune littorale des autres lacs . . 82
§ 4. La flore pélagique 85
§ 5. La faune pélagique 88

Chap. IV. La faune profonde et la région profonde 94
§ 1. Généralités 94
§ 2. Appareils de draguage 96
§ 3. Triage du matériel 98
§ 4. Feutre organique 100
§ 5. Flore profonde 102
§ 6. Faune profonde du lac Léman 106
I. Vertébrés. Poissons 106
II. Arthropodes 107
1. Insectes 107
2. Arachnides 107
Hydrachnides 107
Acarides 111
Tardigrades 111
3. Crustacés 112
Amphipodes 112
Isopodes 113
Cladocères 114
Ostracodes 115

Copépodes 117
Siphonostomes 117
III. Mollusques 118
1. Gastéropodes 118
2. Lamellibranches 120
IV. Vers 121
1. Hirudinés 121
2. Chétopodes 122
3. Nématoïdes 123
4. Cestoïdes 124
5. Trématodes 124
6. Turbellariés 124
7. Bryozoaires 128
8. Rotateurs 129
V. Coelentérés 130
VI. Protozoaires 130
Résumé 132
§ 7. La faune profonde des autres lacs Subalpins 133
Lac du Bourget 133
Lac d'Annecy 134
Lac de Neuchâtel 135
Lac de Bienne 135
Lac des IV-Cantons 135
Lacs de Zoug, de Walenstadt et d'Egeri 136
Lacs du Klönsée et de Zurich 137
Lacs de Pfäffikon, de Greifensee, de Constance et de Zell 138
Lacs de Sils, de Silvaplana et Majeur . 139
Lacs de Lugano et de Côme 140
Résumé 140
§ 8. Débris organiques divers 141
§ 9. Densité de la population animale dans la région profonde 144
Chap. V. Considérations générales. Problèmes spéciaux, résumés et conclusions 146
§ 1. La faune profonde 146
§ 2. Genèse de la faune profonde 149
§ 3. Habitabilité des grands fonds des lacs. 158
§ 4. Modifications subies par les espèces de la faune profonde 166
§ 5. Résumé 169
§ 6. Animaux de la faune profonde originaires de la faune des eaux souterraines 170
§ 7. Espèces ou variétés ? 183
§ 8. Alimentation de la faune profonde . . 185
§ 9. Différences locales de la faune profonde 189
§ 10. Variations de la faune profonde . . . 191
§ 11. Questions spéciales intéressant certaines espèces 192
Chironomides 192
Hydrachnides, Crustacés 195
Limnées 196
Pisidiums 198
Saenuris velutina 202
Mermis aquatilis 202
Turbellariés 203
§ 12. Espèces absentes de la faune profonde 205
§ 13. Comparaison avec la faune profonde marine 208
§ 14. Géographie zoologique 211
§ 15. Faune profonde des lacs en dehors de la région subalpine centrale 215
Lac Starnberg 215
Lac de Joux 217
Lac de Garde 218
Lacs Scandinaves 219
Lac Goktschaï 219
Lac de Tibériade 221
Lac Baïkal 221
Lac Michigan 222
Lac Titicaca 223
Résumé 223
§ 16. Résumé et conclusion 224
Notes bibliographiques 229

Introduction.

Le sujet de ce travail étant « l'étude de la faune profonde des lacs de la région Subalpine centrale», je dois avant tout définir ce que c'est qu'un lac, ce qu'est sa faune profonde, ce que j'entends par région Subalpine centrale.

Littré appelle lac « un grand espace d'eau enclavé dans l'intérieur des terres ». Suffisante peut être à d'autres points de vue, cette définition, qui renferme la notion d'étendue nécessaire pour séparer le lac de l'étang et du puits, ne contient pas la notion de profondeur qui séparerait le lac du marais. Pour l'étude que nous allons entreprendre je définirerai le lac: « Bassin d'eau, vaste et profond, enclavé dans l'intérieur des terres ».

Au point de vue géographique je bornerai mon étude à la région Subalpine centrale. Je désigne par le nom de région *Subalpine* tout le pays autrefois recouvert par les glaciers alpins de l'époque glaciaire; en raison de ce fait, il a reçu et gardé des caractères géologiques, pétrographiques, hydrographiques, biologiques et pittoresques assez spéciaux pour mériter une appellation distincte. Je ne m'occuperai que de la région Subalpine *centrale*, en prenant pour extrêmes limites les lacs du Bourget, de Constance et de Côme.

Au point de vue biologique nous distinguons dans un lac trois régions:

La région *littorale* qui s'étend le long des bords.

La région *profonde* qui occupe tout le fond du lac.

La région *pélagique* (1) qui comprend tout le reste du lac, la masse centrale et superficielle des eaux.

Cette division, qui est valable pour la plupart des points de vue sous lesquels on peut étudier les lacs, est surtout applicable à ce qui regarde les populations animales et végétales. Les habitants des lacs se répartissent entre les *faunes* et *flores littorales*, *pro-*

(1) J'emploie, après P. E. Müller, le mot *pélagique* en l'appliquant aux lacs d'eau douce dans l'acception du mot πελαγος, haute mer, ce qui est éloigné des côtes, ce qui n'est pas la région littorale.

fondes (1) et *pélagiques*. Nous verrons que cette division est parfaitement naturelle, que les groupes d'animaux et de plantes qui les composent sont nettement séparés les uns des autres(2). La légitimité de cette distinction ressort du reste parfaitement des conditions de milieu dans lesquelles les animaux et les plantes sont appelés à vivre. Un premier résumé de ces conditions de milieu fera bien voir les différences importantes qui les divisent.

1° La *région littorale* s'étend tout autour du lac, depuis la grève jusqu'à une profondeur de 15 à 25 m. environ; sa largeur est variable avec l'inclinaison des talus. Les conditions de milieu sont: Profondeur faible; pression peu considérable; température soumise à des variations périodiques diurnes et annuelles, et à des variations accidentelles irrégulières; lumière abondante; grande agitation de l'eau par le fait des vagues et des courants; sol très-différent d'une localité à l'autre, depuis les rochers aux galets, aux sables, au limon, à la vase; nourriture abondante dans une eau chargée de poussières organiques; flore riche et variée. Dans ces conditions de milieu, fortement mouvementées et très-diversifiées, vit une faune abondante en espèces et en individus, la faune lacustre classique, la seule que l'on connût il y a vingt ans. Cette faune, très-différente d'une station à l'autre suivant la nature du sol et les conditions topographiques, présente entr'autres les caractères généraux suivants: Elle est composée d'animaux de grande taille, robustes, bien nourris, fortement pigmentés, sachant résister au mouvement de l'eau, soit en se fixant aux corps solides, soit en s'abritant dans des cachettes.

2° La *région pélagique* occupe la masse principale du lac, en avant de la région littorale, en plein lac, depuis la surface jusqu'à la couche d'eau immédiatement en contact avec le sol, laquelle appartient à la région profonde. Les conditions de milieu sont les suivantes: Profondeur variable; pression augmentant avec la profondeur; température et lumière diminuant quand la profondeur augmente; les mouvements de l'eau, très-violents encore à la surface, sont nuls dès quelques mètres de profondeur; l'eau est presque pure et la nourriture très-pauvre; la flore est très-réduite.

Dans ces conditions vit la faune pélagique, découverte dans les lacs scandinaves, vers 1860, par Lilljeborg et Sars, et constatée dans nos lacs Suisses par P. E. Müller en 1868 (I) (3). Elle comprend un petit nombre d'espèces de Poissons, Entomostracés, Rotateurs et Protozoaires. Les Entomostracés spécialement sont modifiés par le milieu et présentent les caractères essentiels des animaux pélagiques. Ils sont nageurs, n'ont aucun organe

(1) J'emploie le terme *faune profonde* par ellipse, pour faune de la région profonde.

(2) La distinction que j'avais établie dès mes premiers travaux (LXXVIII) a été adoptée par le professeur A. Weismann de Fribourg en Brisgau, et ces diverses sociétés animales ont été fort bien caractérisées dans l'excellente conférence qu'il a publiée en 1877: „La vie animale dans le lac de Constance“ (LXIV).

(3) Les renvois à l'index bibliographique, que l'on trouvera à la fin du mémoire, sont indiqués par des chiffres romains, entre parenthèses.

de fixation sur les corps solides ; ils sont absolument transparents; ils ont des mœurs crépusculaires et se tiennent toujours à la limite de la lumière; pour cela, ils émigrent dans le jour vers la profondeur, et ne viennent qu'à la nuit nager près de la surface (II).

3°. La *région profonde* comprend le sol même du lac, au-delà de la région littorale, et la couche d'eau qui lui est immédiatement susjacente. Le sol est formé par un limon marneux très-fin, sans aucun corps solide autre que ceux qui tombent accidentellement de la surface ; la profondeur est plus ou moins considérable, suivant la station ; la pression augmente de la valeur d'une atmosphère par chaque dix mètres d'eau; la température est basse et pour ainsi dire invariable; la lumière nulle ; l'agitation de l'eau nulle ; la nourriture est peu abondante; la flore est très-amoindrie ou nulle.

Dans ce milieu vit une faune relativement assez nombreuse, que j'ai découverte en 1869, et qui fera l'objet de ce mémoire. Je donnerai plus loin l'énumération des espèces, je décrirai les caractères généraux des animaux qui la composent, j'en rechercherai l'origine.

Mais avant d'en venir à ces études spéciales je dois faire deux études préliminaires. Je devrai tout d'abord considérer attentivement le milieu, les conditions physiques, chimiques, topographiques, géographiques de la région profonde, afin de bien établir les conditions de vie, qui entourent les animaux dont nous avons à nous occuper. En second lieu je devrai donner un aperçu des faunes littorales et pélagiques, avec lesquelles la faune profonde se partage le domaine du lac, avec lesquelles elle a probablement des rapports d'origine. Mon plan sera donc le suivant :

Je diviserai mon travail en cinq chapitres :

Chapitre premier: Données géographiques.
Chapitre second: Conditions de milieu.
Chapitre troisième: Faunes et flores superficielles.
Chapitre quatrième: La faune profonde.
Chapitre cinquième: Considérations générales, problèmes spéciaux, résumés et conclusions.

Chapitre I. Données géographiques.

Je vais résumer les données géographiques qui caractérisent les lacs de la région Subalpine; je choisirai uniquement celles qui présentent un intérêt au point de vue faunistique. Ce sont:

1° La *position géographique* dans les diverses vallées au nord ou au sud des Alpes; elle intéresse la faune par le fait des facilités plus ou moins grandes des migrations animales, venant de l'une ou de l'autre des plaines qui entourent notre région Subalpine.

2° La *latitude* offre de l'intérêt au point de vue de la température; plus le lac est dans une région méridionale plus, cæteris paribus, la température y est élevée.

3° L'*altitude* de la nappe supérieure d'un lac a de l'importance pour la faune, de deux manières: — Au point de vue de la température; plus l'altitude est élevée, plus la température des eaux est froide, plus, en particulier, dure la période de congélation qui agit à tant de titres divers sur les habitants des eaux. — En second lieu, l'altitude a une grande influence sur le plus ou moins de facilités des migrations actives et passives; les lacs de plaine sont en relations beaucoup plus faciles et plus fréquentes que les lacs des montagnes avec les eaux des pays environnants; les migrations animales sont relativement fort entravées dans les lacs de montagne.

4° La *superficie*, soit l'étendue en surface, joue un grand rôle au point de vue des mouvements des eaux. Plus le lac est vaste, plus les vagues et courants y sont énergiques.

5° La *profondeur* est le facteur le plus important dans les études que nous allons faire; c'est même un facteur tellement prédominant que je voudrais pouvoir pour chaque lac donner la description complète du relief du bassin. J'entrerai dans quelques détails à ce sujet dans le chapitre suivant; je me borne à indiquer ici la profondeur maximale. La profondeur joue le rôle déterminant pour la pression, la température, la lumière, les mouvements des eaux, les migrations dès la surface, etc.

6° Le *volume* du lac, soit la masse d'eau contenue dans le bassin, a de l'intérêt à deux points de vue:

a) pour la composition chimique des eaux. Plus le volume d'eau est considérable, plus la composition chimique des eaux est invariable; en effet la même quantité de matières étrangères, apportées par les affluents, se dilue d'autant plus que la masse d'eau est plus grande, et les variations accidentelles de ce chef diminuent d'autant.

b) pour la taille des animaux, laquelle est en certains rapports avec les dimensions du vase qui les renferme.

Je ne suis pas en état de donner le volume exact des lacs suisses. Pour plusieurs lacs la carte hydrographique n'est pas encore faite, et les bases mêmes du calcul font défaut; pour les autres, dont nous possédons les cartes avec courbes horizontales équidistantes, j'aurai pu consacrer à cette besogne ingrate le temps fort long qu'exigerait un calcul exact; mais les chiffres obtenus ainsi n'auraient pas été comparables avec ceux des lacs pour lesquels les cartes nous manquent. Je préfère me borner à indiquer une valeur approximative, calculée pour tous de la même manière. Je suppose que les lacs sont des cônes à base irrégulière, et j'en tire le volume en multipliant la superficie, qui est la base du cône, par le tiers de la profondeur. Je sais que ce chiffre est très-loin d'être exact; il doit être en général trop faible, car le fond des lacs est le plus souvent une plaine très-aplatie. Mais le degré d'exactitude auquel nous arrivons doit suffire pour les comparaisons que l'on peut être appelé à faire dans cet ordre de recherches.

J'ai essayé de me rendre compte du degré d'exactitude de ce calcul, et cela dans trois exemples:

Pour le Léman j'ai calculé, d'après la carte hydrographique de La Bêche, (XXVI) le volume approximatif du lac, et l'ai trouvé être de 68,840 millions de m^3. Si ce chiffre était exact (et il est trop faible car H. de la Bêche n'avait trouvé qu'une profondeur de 300 m., tandis que la profondeur maximale est de 334 m.), le volume, calculé comme je l'ai dit, serait les 0.93 de la valeur réelle.

Pour le lac de Morat j'ai calculé le cube exact d'après la carte hydrographique à courbes horizontales donnée dans les feuilles 312, 313, 314 et 315 de l'Atlas de Siegfried. Je suis arrivé à 596 millions de m^3. En supposant au lac la forme d'un cône, je lui trouve un volume de 438 millions de m^3., ce qui n'est que 0.75 de la valeur réelle.

Pour le lac de Walenstadt j'ai calculé le cube approximatif, d'après la carte hydrographique à courbes horizontales, donnée dans la feuille 250 de l'Atlas Siegfried. Je suis arrivé à 2209 millions de m^3. En supposant au lac la forme d'un cône je lui trouve un volume de 1165 millions de m^3., ce qui n'est que 0.53 de la valeur réelle.

D'après ces trois exemples, l'approximation obtenue, en supposant pour le volume des lacs celui d'un cône, est assez éloignée; elle varie de 0.53 à 0.93 de la valeur réelle.

7° La *superficie du bassin d'alimentation* a de l'intérêt au point de vue de la constance de la composition chimique des eaux; en effet plus le bassin d'alimentation est considérable, plus grand est le débit total des affluents, plus rapide est le renouvellement de l'eau dans la masse du lac. Un grand fleuve, qui traverse un lac de petit volume, doit faire sentir à celui-ci, d'une toute autre manière, ses variations de composition annuelles ou accidentelles, qu'un petit fleuve qui se verse dans un grand lac, et y perd pour longtemps son individualité et ses variations accidentelles ou normales.

J'indique ici en tableau ces données géographiques pour tous les lacs de la région Subalpine dont la région profonde a jusqu'à présent été explorée. Je ne donne pas en détail les sources, d'où j'ai tiré ces chiffres. La plupart viennent des atlas topographiques

fédéraux, des observations hydrométriques suisses, des communications obligeantes de mes amis ou de mes recherches personnelles. Ils expriment l'état de nos connaissances en février 1884.

	Lac	Région	Latitude	Altitude	Superficie	Profondeur maximale	Volume approximatif	Superficie du bassin d'alimentation
				m.	Kil.²	m.	millions de m³	Kil.²
1	Bourget	Savoie	45°.45'	235	41	115	1572	400 (?)
2	Annecy	id.	45 .50	446	27	62	558	280
3	Léman	Plateau suisse	46 .27	375	577.8	334	64328	7995
4	Morat	id.	46 .56	435	27.4	48	438	779
5	Neuchâtel	id.	46 .54	435	239.6	153	12219	2620
6	Bienne	id.	47 .5	434	42.2	78	1097	3057
7	Brienz	Alpes bernoises	46 .44	566	30.0	260	2600	1134
8	Thoune	id.	46 .42	560	47.9	217	3465	2451
9	IV-Cantons	Alpes centrales	47 .0	437	113.4	214	8089	2254
10	Zoug	id.	47 .7	417	38.5	218	2898	254
11	Egeri	id.	47 .9	726	7.0	120	280	
12	Walenstadt	id.	47 .7	425	23.3	151	1165	1050
13	Klönsée	id,	47 .2	804	1.2	27	11	
14	Zurich	Plateau suisse	47 .16	409	87.8	143	4185	1815
15	Pfäffikon	id.	47 .21	541	3.2	36	38	
16	Greifensée	id.	47 .21	439	8.4	34	95	
17	Constance (Bodan)	id.	47 .35	398	467	276	42964	10845
18	Zell (Untersée)	id.	47 .43	397	61	46	943	11419
19	Sils	Alpes grisonnes	46 .25	1796	3.6	73	88	
20	Silvaplana	id.	46 .27	1794	2.7	77	70	
21	Majeur (Verbano)	Insubrie	46 .0	197	214.3	375	26787	6548
22	Lugano (Ceresio)	id.	46 .6	271	50.5	279	3696	
23	Côme (Lario)	id.	46 .0	213	156	414	21528	

Dans les faits géographiques qui peuvent avoir de l'intérêt pour la faune profonde des lacs, j'ai encore à citer, mais sans entrer dans des détails spécifiés:

1° La nature pétrographique du bassin d'alimentation, qui, suivant qu'il est plus ou moins calcaire ou plus ou moins siliceux, envoie aux lacs des eaux de composition chimique ou des sédiments inorganiques fort différents. Les différences que nous signalerons plus loin, soit dans les eaux soit dans le sol des divers lacs, proviennent essentiellement de ce facteur.

2° Les affluents sous-lacustres. Outre les fleuves, rivières et ruisseaux, qui apportent d'une manière évidente leur tribut aux lacs, il existe un nombre plus ou moins considérable d'affluents souterrains, qui viennent sourdre dans le lit même des lacs; de même que les sources surgissent à l'air dans le sol émergé, de même ces eaux souterraines, qui circulent dans le sol, peuvent venir sourdre sous la nappe des eaux. De telles sources sous-lacustres sont difficiles à constater; les pêcheurs en devinent parfois l'existence en voyant le poisson se rassembler pour y prendre un bain d'eau fraîche, ou d'eau tiède, suivant la saison. Mais, quelle que soit la difficulté de leur constatation, il est évident qu'elles peuvent exister. Je n'en connais aucune de bien certaine dans le lac Léman; en étudiant les beaux travaux hydrologiques faits sur le Jura Neuchâtelois par le prof. A. Jaccard du Locle, travaux en grande partie encore inédits, je vois que, pour le lac de Neuchâtel, l'existence de telles sources est soupçonnée par nombre d'observateurs, mais que leur démonstration n'a pas été faite directement. L'abaissement récent des eaux du lac, par suite de la correction des eaux du Jura, n'a mis au jour sur les grèves que quelques sources très-peu importantes, jaillissant des crevasses du calcaire jaune. En revanche, dans le petit lac des Taillières près de la Brévine, Jaccard démontre l'existence d'affluents sous-lacustres; ce lac n'a pas d'affluents visibles, et cependant il en sort constamment un ruisseau qui débite plusieurs mètres cubes à la minute (III). Puis, dans le lac des Brenets ou de Chailleron, Jaccard a vu, pendant les basses eaux de 1870, apparaître une source considérable, véritable rivière qu'il estime amener au Doubs les eaux du bassin du Locle, en particulier celles qui disparaissent dans les fissures souterraines des moulins du Col des Roches (IV).

Quoiqu'il en soit, l'existence de sources sous-lacustres venant sourdre dans le domaine des eaux est tellement probable, que nous pouvons les considérer comme certaines, et les utiliser dans la discussion des rapports possibles entre certains animaux de la faune profonde et ceux de la faune des eaux souterraines.

3° L'émissaire des lacs est le plus souvent un fleuve coulant à l'air libre. Mais dans certains cas l'écoulement se fait par des canaux souterrains, comme, par exemple, le lac de Joux; les eaux en sortent par les célèbres entonnoirs, entr'autres par ceux de Bonport qui donnent naissance à la source de l'Orbe près de Vallorbes; il est probable aussi que d'autres entonnoirs du lac de Joux sont l'origine de la source du Doubs près de Mouthe. Dans d'autres cas une cascade ou des rapides, tels que la chute du Rhin près de Schaffhouse, ou la perte du Rhône près de Bellegarde, interrompent plus ou moins complètement le cours régulier du fleuve.

Ces accidents sont des obstacles, souvent absolus, aux migrations des animaux aquatiques, et peuvent expliquer l'absence de certaines espèces, des Poissons migrateurs par exemple, dans les lacs ainsi isolés à ce point de vue des autres bassins d'eau douce.

Chapitre II. Conditions de milieu.

Après avoir dans le chapitre précédent résumé les faits géographiques qui donnent à nos lacs leurs caractères spéciaux, nous allons étudier les conditions de milieu, telles qu'elles existent dans la région profonde de chaque lac, de manière à bien déterminer les conditions de vie, qui sont faites aux animaux que nous y trouverons. Nous les étudierons d'abord dans le lac Léman, où elles nous sont le mieux connues; puis nous indiquerons, autant que nous les savons, les différences, qui caractérisent les divers lacs.

Les conditions de milieu sur lesquelles nous insisterons, sont les suivantes:

Pression.
Mouvements de l'eau; vagues, courants.
Température.
Lumière et actinisme.
Pureté de l'eau. Poussières aquatiques.
Composition chimique. Substances et gaz dissous.
Relief du bassin.
Nature du sol.

§ I. Pression.

La pression augmente avec la profondeur. A la surface de l'eau elle est égale à la pression de l'atmosphère au dessus du point considéré; elle s'accroît, dans la profondeur, d'une atmosphère par chaque 10 m. d'eau.

Si nous admettons qu'à la surface de la mer la pression moyenne de l'atmosphère soit de 760 m/m. de mercure, la valeur d'une atmosphère sera représentée par un poids de 1033 gr. par c/m². carré de surface, ou par une colonne de 10.33 m. d'eau à 4° C.; autrement dit, chaque 10 m. de profondeur d'eau douce augmente la pression de 0.97 d'atmosphère(1).

Le Léman ayant 334 m. de profondeur maximale, la pression y est, dans son point le plus profond, de 33.05 + 1 atmosphères, soit 34 atmosphères; ce qui, exprimé d'une autre manière, se traduit ainsi par centimètre carré:

(1) La différence de densité résultant de différences de la température ne modifie pas sensiblement ce chiffre. L'eau de la surface, qui a en été 20° de température, est un peu plus légère, et il faut une épaisseur de 10.35 m. au lieu de 10.33 m. pour représenter la valeur d'une atmosphère. Il n'y a pas lieu de tenir compte ici d'une différence aussi minime.

Pression de l'eau, 334 m. d'épaisseur 33,400 gr.
Pression de l'atmosphère 729.4 m/m. de mercure 992 »
soit 34.4 kilogrammes par centimètre carré.

Cette pression subit des modifications tenant à deux causes:

a) Aux variations de la pression atmosphérique. Ces variations sont, dans nos contrées, d'après les observations de Genève (IX), limitées à 46 m/m. de mercure, soit 0.06 de la pression totale de l'atmosphère, soit 62 gr. par c/m².

b) Aux variations de la profondeur d'eau. Nos lacs subissent une variation annuelle qui modifie sensiblement la hauteur des eaux; ces variations de la profondeur ont une grande importance pour la région littorale; mais leur effet est nul, ou presque nul, sur la région profonde: il ne se traduit que par des différences de la pression, à raison de 0.10 atmosphère, ou de 103 gr. par centimètre carré, pour chaque mètre de différence de hauteur d'eau.

L'amplitude moyenne de cette variation annuelle est sur le lac de Léman de 1.54 m., causant une variation de pression de 0.15 atmosphère, ou de 159 gr. par c/m².

Entre les plus hautes et les plus basses eaux connues du lac Léman, il y a une différence de 2.66 m. faisant une variation de 0.25 atmosphère, soit de 274 gr. par c/m².

Les variations de hauteur sont beaucoup plus considérables sur d'autres lacs. Voici quelques chiffres à moi connus:

Lac de Constance	Amplitude de variation	3.9 m.	(Honsell).
Lac du Bourget	» » »	3 m.	(Forel).
Lac de Côme	» » »	4 m.	(Reclus).
Lac Majeur	» » »	7 m.	(Reclus).

Pour le lac Majeur, une variation de 7 m. de hauteur représente une variation de 0.67 atmosphère ou de 723 gr. par c/m².

L'importance relative de ces variations dans la pression, aussi bien de celle de l'atmosphère que de celle des eaux, est presque nulle aux grandes profondeurs, car elles ne représentent qu'une fraction très-faible de la pression totale. Cette importance augmente à mesure que la profondeur est moindre. Prenons comme exemple le lac Majeur, où les variations de hauteur sont les plus fortes et atteignent 7 m. d'eau: admettons que la limite supérieure de la région profonde soit à 25 m. A cette profondeur la pression totale de l'eau et de l'atmosphère est de 3600 gr. par c/m².

La variation de pression atmosphérique de 62 gr. représente 0.02,
» » » » de l'eau de 723 » » 0.20
de la pression totale.

Cette fraction est assez importante.

Mais, quand nous traiterons de la physiologie des animaux lacustres, nous verrons combien peu d'effet ont les variations de la pression.

Les vagues enfin font varier la hauteur de l'eau, qui presse sur le fond du lac; ce changement est fort rapide, car les plus longues vagues du Léman, le plus grand de nos lacs, n'ont pas plus de 5 secondes de durée. Admettons que ces vagues aient une hauteur totale de 1 m., du sommet de la crête au fond du creux. Cela représente une variation de pression de 0.1 atmosphère, ou de 103 gr. par c/m^2. Cette variation qui est considérable pour la région littorale, soumise à une pression relativement faible, ne fait plus, dans la région profonde, qu'une fraction bien minime de la pression totale. A 25 m. de profondeur cela ne représente plus que 0.03 de la pression totale.

§ II. Mouvements de l'eau.

Les mouvements de l'eau ont tous leur origine à la surface; ils se propagent dans la profondeur, mais en diminuant d'intensité. Nous ne parlerons ici que des vagues et des courants, les seuls mouvements qui soient appréciables, et qui puissent avoir une action effective; nous laisserons de côté les seiches, les dénivellations locales et les vibrations, dont l'action infiniment faible ou lente est évidemment nulle sur la faune des profondeurs.

A. VAGUES.

Les vagues agissent puissamment sur la région littorale, et sur la surface même du lac dans la région pélagique. Jusqu'à quelle profondeur font-elles sentir leur effet?

On admet, avec les frères Weber, que les vagues agitent l'eau jusqu'à une profondeur 350 fois plus grande que leur hauteur. Quelle est la hauteur des plus grandes vagues de nos lacs? J'ai observé près de la rive, à Morges, des vagues mesurant 20 m. d'une crête à l'autre; si l'on tient compte du ralentissement des vagues sur le fond, il faut admettre qu'en plein lac ces vagues mesuraient au moins 25 m. ce qui correspondrait à des vagues de 1 m. de hauteur.

D'après cela le mouvement des vagues serait encore sensible à 350 m. de profondeur, soit dans les plus grands fonds de nos lacs.

Mais, si théoriquement nous devons admettre l'existence du mouvement à d'aussi grandes profondeurs, en pratique l'effet des vagues cesse d'être appréciable à une distance bien moins grande de la surface; en réalité le calme absolu règne déjà à une profondeur très-faible.

Le meilleur moyen de connaître la limite de l'effet utile des vagues est de chercher la profondeur à laquelle cessent les rides de fond (*Ripple-marks*) (v). Ces rides tracées sur le sable, ne disparaissent pas petit à petit, mais elles cessent brusquement, suivant une ligne parfaitement dessinée, et dont on peut facilement mesurer la profondeur, lorsque l'eau est suffisamment transparente; au printemps de 1878, j'ai constaté cette limite d'une manière

très-certaine en divers points du golfe de Morges, par des profondeurs variant de 6.2 à 8.8 m. au dessous des basses eaux modernes. En 1869 j'avais pris un grand nombre d'empreintes du fond du lac devant Morges entre 30 et 100 m. de profondeur, au moyen d'une plaque de tôle, enduite de suif à sa face inférieure; je n'ai jamais, dans ces empreintes, rien su reconnaître qui rappelât une ride de fond. Cela confirme ce que je viens de dire sur la limite effective des rides du sable vers 10 m. de profondeur.

Une autre preuve de la limite d'action effective des vagues à une faible profondeur se tire d'un détail de la configuration des côtes. Là où le relief général de la côte le permet, on constate, sous les eaux du lac, en avant de la grève, une région littorale spéciale, remarquablement aplatie, qui s'étend souvent jusqu'à plusieurs centaines de mètres en avant dans le lac (Fig. 1, *c e*); au lac Léman elle porte le nom de *beine*, au lac de Neuchâtel de *blanc-fond* (VI). Je considère la beine comme formée de deux parties: la *beine d'érosion* (*e d*), creusée dans la rive par les vagues, et approfondie par elles jusqu'à la limite de leur action effective; la *beine d'alluvion* (*d c*), résultant du transport par les vagues des matériaux enlevés dans le creusement de la beine d'érosion; ces matériaux sont charriés en avant jusqu'à la profondeur à laquelle cesse le transport réel des vagues. La profondeur de la beine, si la théorie est exacte, indique donc, pour chaque région de la rive du lac, la limite d'action effective des vagues. Or cette profondeur est différente aux différents points du littoral, probablement suivant que ces localités sont plus ou moins exposées au choc des vagues. Dans le lac Léman je connais des beines, dont la profondeur aux eaux moyennes est de 2 m., 4 et 6 m. Ces chiffres marqueraient la limite d'action énergique des vagues; au-dessous de cette profondeur, jusqu'à 10 m., cette action des vagues serait très-faible: au-dessous de 10 m., cette action serait nulle et il règnerait le calme, l'immobilité presque absolue.

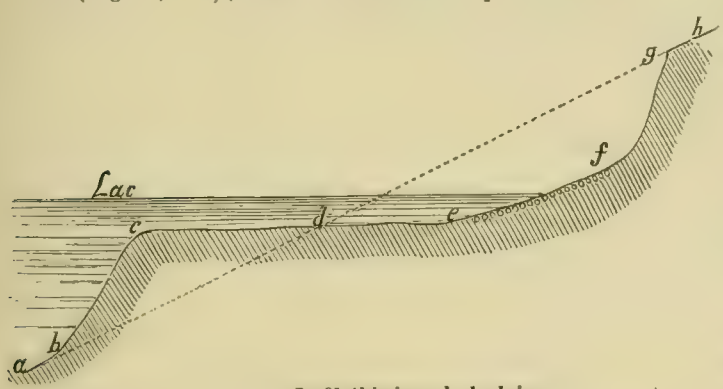


Fig. 1. **Profil théorique de la beine.**

La puissance du mouvement des vagues est en rapport avec la grandeur du lac. Plus le lac est long, plus la vague peut se développer, plus le lac est profond, plus la vague prend de la hauteur. Le Léman étant le plus grand lac de la région Subalpine, les chiffres que je viens de donner pour la limite de l'action des vagues sont des maximums; dans les autres lacs, les vagues doivent cesser d'agir à une profondeur encore moindre.

B. COURANTS.

Dans nos lacs il y a deux espèces de courants: les uns constants, de direction toujours la même, sont causés par le transport de l'eau dès les affluents vers l'émissaire, c'est le courant normal; les autres sont accidentels, de direction et d'intensité variables, causés par l'action mécanique des vents, les variations de pression atmosphérique, la chaleur, etc.

Courant normal. Un lac n'est autre chose qu'un fleuve élargi; c'est une partie du cours du fleuve qui s'approfondit et s'étend, tellement que le courant y devient inappréciable. Ce courant est-il nul?

Nous connaissons approximativement la section transversale du Léman dans ses divers profils; nous savons quel est le débit du Rhône qui s'échappe du lac par les très-hautes eaux de l'été; nous pouvons calculer quelle est la valeur du courant suivant les diverses sections. Voici quelques chiffres basés sur la supposition que le Rhône débite 600 m³. par seconde.

Section	Aire approximative	Vitesse du courant:	
		par minute	par jour:
	m².	m.	m.
Vevey-St-Gingolph	1,440,000	0.026	37
Ouchy-Evian	3,780,000	0.009	13
Détroit de Promenthoux . .	216,000	0.17	245
Coppet-Hermance	180,000	0.20	290
Genthod-Bellerive	72,000	0.5	720
Banc du Travers	9,500	3.8	5470

Ces chiffres ne sont pas nuls; la vitesse d'écoulement du fleuve élargi dans le lac a encore une valeur sensible.

Un courant de telle vitesse ne peut cependant pas avoir d'importance au point de vue de l'agitation mécanique, contre laquelle les animaux auraient à lutter; sur le banc du Travers, tout au plus, près de Genève, cette action peut être sensible, avec une vitesse qui s'élève à 6 c/m. par seconde; dans le reste du lac cet effet est inappréciable.

Mais ce courant, tel que nous le constatons dans le Petit-lac, dès le détroit de Promenthoux jusqu'à Genève, qui représente un déplacement horizontal de plusieurs centaines de mètres par jour doit être de grande importance, soit pour la dissémination des organismes, soit pour le mélange des eaux. C'est ainsi qu'il est facile de démontrer que, chaque année, tout le Petit-lac, depuis le détroit de Promenthoux, écoule entièrement sa

masse d'eau dans le Rhône de Genève; que par conséquent il y a renouvellement fréquent de l'eau, laquelle ne reste pas indéfiniment stagnante(1).

L'importance du courant normal varie avec le débit des affluents et de l'émissaire; il est le plus fort près de l'embouchure des affluents, lorsque ceux-ci sont à leur maximum de débit; il est le plus fort sur tout le bassin, lorsque les eaux du lac étant à leur maximum de hauteur, le débit de l'émissaire est très-considérable.

Le courant normal varie d'un lac à l'autre, suivant le débit du fleuve et la section des différents profils. Ce courant est en général très-important à l'extrémité terminale des lacs; il peut être très-considérable dans un lac, comme le Zellersée, où toute la masse énorme d'eau que débite le Rhin doit traverser un lac étroit, peu profond et rétréci par une grande île.

Courants accidentels. Ils sont dûs à deux causes principales: la chaleur et les vents.

Courants accidentels à causes thermiques. La différence de densité, résultant de l'échauffement ou du refroidissement inégal des diverses régions du lac, détermine des courants horizontaux, pour le rétablissement de l'équilibre; la plupart des courants superficiels que nous observons en temps calme ont cette origine. Ils peuvent avoir parfois une assez grande intensité; la plus grande vitesse que j'ai observée dans ces courants, devant Morges, est de 16 m. par minute, moins de 30 c/m. par seconde; un tel courant est incapable d'agiter d'une manière un peu énergique les animaux du lac; en revanche il peut avoir une action efficace, soit pour la dissémination des organismes, soit pour le mélange de l'eau.

Ces courants se propagent-ils à de grandes profondeurs? Je l'ignore; mais je n'ai aucune raison de les supposer très-profonds.

Quant aux courants verticaux qui font la grande convection thermique du refroidissement automnal (et du réchauffement vernal d'un lac, descendu en hiver au-dessous de 4° C.), ces courants sont probablement limités, localisés à un point ou l'autre de la rive, là où la rupture d'équilibre s'est faite. Ils descendent, en suivant les flancs du talus, jusqu'à la profondeur correspondante à la densité de l'eau; là ils s'étalent en nappe horizontale entre deux eaux. Il est probable que ces courants descendants sont d'intensité très-faible, et qu'ils sont incapables de troubler en rien le repos, dont jouissent les habitants des régions profondes; mais par leur localisation le long des talus, et leur direction qui marche constamment de la rive vers les grands fonds, ils doivent être l'un des agents utiles pour la migration passive des animaux et des germes, dès la région littorale vers la région profonde.

---

(1) Un calcul d'approximation peu serrée, donne pour le cube du Petit-lac, dès Promenthoux à Genève, environ 3000 millions de m³ (en n'y comptant que le volume des moindres profils, et sans y faire entrer l'eau immobilisée dans les golfes). Or les jaugeages du Rhône de 1874 nous apprennent qu'il s'est écoulé, à Genève, cette année-là, 6940 millions de m³., c'est-à-dire, plus du double du volume du Petit-lac. Ajoutons que l'année 1874 était, au point de vue du débit, plutôt au-dessous de la normale.

Courants accidentels à causes mécaniques. D'autres courants, beaucoup plus énergiques, sont dûs à l'action mécanique du vent qui, frottant la surface de l'eau, l'entraîne dans le sens où souffle le vent. Je n'ai jamais eu l'occasion de mesurer la vitesse de ces courants qui sont superficiels, mais j'ai lieu de la croire assez forte.

Le courant superficiel, en allant battre à la côte, détermine une accumulation d'eau sur le côté du lac où frappent les vagues et par suite une dénivellation du lac(1). Cette dénivellation occasionne à son tour un *courant de retour* dans la profondeur du lac, courant de retour qui peut posséder une très-grande intensité. Les filets des pêcheurs sont parfois entraînés à des centaines de mètres de distance, en sens opposé à celui du vent, tordus, emmêlés, déchirés, salis par des bois, des feuilles mortes; évidemment le courant qui occasionne ces troubles doit être fort énergique(2).

Le courant de retour doit avoir lieu à la limite de la couche de densité uniforme, à la surface du lac. Cette couche est peu épaisse au printemps et en été, lorsque le temps a été calme; elle a tout au plus 10 ou 20 m. d'épaisseur; elle augmente d'épaisseur lorsque le vent a soufflé énergiquement pendant quelques jours, et que son action mécanique a causé un mélange des eaux superficielles avec les eaux sousjacentes. Dans ces saisons, les courants de retour restent limités vers 30 à 50 m. de profondeur. Mais en automne et en hiver, lorsque la température s'est uniformisée dans une couche d'épaisseur de plus en plus forte, on peut voir les courants de retour agiter le lac jusqu'à de très-grandes profondeurs. C'est ainsi que, pendant l'ouragan du 20 février 1879, les filets des pêcheurs de féras, descendus dans le lac Léman, près d'Ouchy, à 200 et 300 m. de profondeur, ont été arrachés et entraînés par ces courants (VII).

Ces courants de retour des grands vents peuvent donc avoir une très-grande intensité et si nous en jugeons par les désordres causés aux filets des pêcheurs, ils peuvent agiter violemment les animaux qui vivent dans les profondeurs. Mais il faut noter qu'ils sont

---

(1) La plus forte dénivellation de cet ordre, que j'aie constatée directement, a été celle du 20 décembre 1877 à 8 h. du matin, où par une forte bise, l'eau était de 125 m/m. plus élevée à Genève qu'à Morges, d'après les observations faites au limnographe de M. Ph. Plantamour à Séchéron, et à mon limnographe de Morges (XCV).

(2) Pendant l'été de 1884, j'ai eu l'occasion de vérifier par l'observation ces déductions théoriques. Dans la moraine du glacier inférieur de Fée, vallée de Saas, j'ai trouvé un petit étang rempli d'eau micacée, laquelle montre admirablement les plus faibles mouvements du liquide, par les teintes diverses que donne la réflexion de la lumière, sur les lamelles de mica diversement inclinées. J'ai vu, lorsque la surface de l'eau était caressée par une brise légère, la formation d'un courant superficiel, qui suivait la direction et le sens du vent; j'ai vu ce courant s'arrêter brusquement à quelques décimètres de la rive sous le vent, se heurter contre une masse d'eau immobile le long de la côte et devenir plongeant en descendant dans la profondeur. Le courant de retour profond a échappé à ma vue, mais je l'ai vu ensuite remonter à la surface, près de la rive sur le vent; ici je pouvais constater, à quelques décimètres de la côte, le surgissement de l'eau qui, venant de la profondeur, s'inclinait suivant une ligne bien dessinée pour reprendre ensuite la direction horizontale du courant superficiel (CXLVI).

accidentels, n'ont rien de constant, qu'ils sont limités à des profondeurs variables aux différentes saisons, et qu'ils doivent être en somme très-rares dans chaque localité.

Quant à leur action dans la dissémination des organismes, elle doit être très-énergique ; elle est d'autant plus efficace que leur transport agit toujours dès la rive vers les grandes profondeurs. Cela résulte du fait que ces courants ont leur maximum d'effet dans la moitié du lac vers laquelle le vent souffle, et que, dans cette moitié, ils se dirigent toujours en sens contraire des vagues, c'est-à-dire de la rive vers le milieu du lac.

Ces courants enfin ont une grande importance pour le mélange des eaux.

— Je n'ai pas de différences à signaler d'un lac à l'autre pour l'énergie des courants accidentels. Leur intensité dépend de circonstances locales, qui rendent plus ou moins efficaces les actions thermiques et l'action mécanique des vents.

§ III. Température.

La masse limitée d'eau d'un lac est soumise à des variations périodiques de température (VIII); j'essaierai d'en donner une idée en prenant d'abord mon exemple dans le lac Léman.

Un sondage thermométrique (1), exécuté le 22 août 1879, devant Ouchy, montrera la distribution thermique normale de l'été.

Surface	22.0°	80 m.	5.8°
10 m.	18.0	90	5.6
20	12.7	100	5.5
30	10.5	110	5.4
40	7.6	120	5.3
50	6.9	140	5.2
60	6.2	200	5.2
70	6.0	300	5.2

Ces chiffres peuvent se traduire dans les termes suivants: En été le lac est une masse d'eau, de température uniforme, à 5.2° en 1879, qui occupe le fond de la cuvette sur une épaisseur de 200 mètres ; elle est surmontée d'une couche de 100 à 150 m. d'épaisseur, stratifiée thermiquement.

(1) Toutes les températures que je donne dans ce paragraphe ont été mesurées avec le même thermomètre, et sont par conséquent comparables entr'elles. Mon instrument est un thermomètre à renversement, protégé contre la pression par une double enveloppe de verre, *Deep see thermometer* de Negretti et Zambra à Londres, modèle de 1878. Il a fonctionné parfaitement et sans aucun échec depuis cinq ans que je le possède ; je ne puis faire le même éloge d'un second thermomètre du même type et des mêmes constructeurs, que je lui ai adjoint pour plus de sécurité ; ce second thermomètre devient incertain dans son fonctionnement dès que la température s'abaisse au-dessous de + 5° ou 6°.

La stratification thermique de la couche supérieure présente les allures que je caractériserai ainsi :

Dès la surface jusqu'à une profondeur de 10, 15 ou 20 m.(1), la température est presque uniforme. C'est ce donc je donnerai une idée par les chiffres d'un sondage thermométrique, exécuté devant Morges, le 21 juillet 1881.

Surface	21.3°	13 m.	11.3°
1 m.	21.2	14	11.3
5	20.9	15	11.1
7.5	20.6	17.5	9.9
10	19.8	20	9.4
11	14.4	25	8.9
12	12.1		

Ce jour-là, la couche de température uniforme avait 10 m. d'épaisseur.

De 10 à 40, ou 50 m., la température s'abaisse rapidement, et les isothermes sont fort rapprochées; à partir de cette profondeur, de 40, 50 ou 60 m., la température, déjà fort basse, s'abaisse très-lentement, pour devenir uniforme vers 120 à 140 m. de profondeur. Voilà pour le régime de l'été.

Au milieu de l'hiver suivant, le 15 janvier 1880, les couches superficielles s'étaient refroidies, et toute l'épaisseur du lac, depuis la surface jusqu'aux plus grands fonds, était à 5.2°.

Il y a donc une variation périodique annuelle qui peut s'exprimer par les traits généraux suivants: En hiver la température du lac est uniforme dans toute la masse, et relativement très-basse; au printemps la surface se réchauffe et s'élève jusqu'à 20 ou 25°, en se stratifiant thermiquement jusqu'à une profondeur de moins de 150 m.; en automne, cette couche superficielle se refroidit, et redescend à la température des grands fonds, ou à une température très-approchée.

L'amplitude de cette variation annuelle peut s'évaluer aux chiffres suivants(2):

(1) C'est à cette profondeur que se limite la variation diurne.

(2) D'après les travaux de Fischer-Ooster et C. Brunner sur le lac de Thoune, en 1849(xcvi), il y aurait eu les variations suivantes dans le cours de l'année.

Profondeur	Variation annuelle	Amplitude
24 m.	de 4.9° à 11.2°	6.3°
36	4.6 6.7	2.1
48	4.7 5.6	0.9
75	4.7 5.3	0.6
105	4.9 5.0	0.1
135	4.8 4.9	0.1
165	4.8 4.9	0.1

à la surface la température varie de		15 à 20°.
à 50 mètres	» » »	2 à 3°.
à 100 »	» » »	1°.
à 150 »	la variation est nulle.	

Quant aux chiffres moyens de la température de la surface du lac, aux divers mois de l'année, je puis les donner en me basant sur deux séries de recherches. Premièrement j'ai les moyennes calculées par E. Plantamour (IX) d'après les observations journalières faites dans le Rhône à Genève de 1853 à 1875. Ces chiffres donnent la température littorale du Léman (1).

En second lieu j'ai les températures mesurées par moi dans la région pélagique, devant Morges et Ouchy. Ces observations ne sont pas assez nombreuses pour que je puisse en tirer directement des moyennes utiles; je me suis contenté de chercher pour chaque observation la différence avec l'observation correspondante faite le même jour à Genève; j'en ai tiré la correction moyenne à appliquer aux températures littorales de Genève, pour les transformer en températures pélagiques du Grand-lac. Ces corrections sont calculées d'après les observations de 1879 à 1882. Mes observations ne sont pas encore assez nombreuses pour que je puisse attribuer une précision suffisante et définitive aux chiffres que j'en ai tirés.

Température des eaux de surface.

	Région littorale, Genève	Correction	Région pélagique du Grand-lac
	1853—1875	1879—1882	
Janvier . . .	5.11°	+ 1.3°	6.2°
Février . . .	4.96	+ 0.9	5.9
Mars	6.12	— 0.2	5.9
Avril	8.78	— 0.7	8.0
Mai.	11.72	— 0.2	11.5
Juin	15.34	+ 2.1	17.4
Juillet	18.09	+ 2.5	20.6
Août	18.65	+ 0.8	19.4
Septembre . .	17.07	+ 0.4	18.1
Octobre . . .	13.98	+ 0.7	14.7
Novembre . .	9.63	+ 0.4	10.0
Décembre . .	6.61	+ 1.1	7.7

(1) J'ai pendant longtemps cru que nous possédions, dans les observations de la température du lac à Genève, la température littorale parfaite, aussi exagérée que possible, au fond du long golfe ou fiord, que forme le Petit-lac en se dirigeant vers Genève. Mais les températures observées en février et mars

Les extrêmes observés à Genève de 1853 à 1883 ont été:

pour le maximum: juillet 1874 . . . 24.6°

» » minimum: février 1854 . . . 0.9

Outre la variation périodique annuelle, il y dans la température du lac une variation lustrale (1), et cela de deux manières.

a) La température de la couche superficielle, stratifiée thermiquement, varie d'une année à l'autre suivant que la température de l'été est plus ou moins élevée. Cette variation n'est pas très-importante; d'après les observations que je possède, la surface du lac s'élève chaque année à plus de 20°; elle ne dépasse jamais 25° C.

b) Les couches profondes sont sujettes, elles aussi, à une variation lustrale. Ce n'est pas ici le lieu de développer le mécanisme assez compliqué de ce phénomène; je me bornerai à donner les résultats généraux. A la suite d'un hiver froid et prolongé les couches profondes du lac sont refroidies par convection; leur température s'abaisse de quelques dixièmes de degré. Ainsi, après le grand-hiver de 1880, le fond du lac Léman a passé de la température de 5.2° qui règnait en 1879 à celle de 4.6°; il s'est donc refroidi de 0.6°.

D'une autre part, en dehors de ce cas de la pénétration par convection du froid d'un hiver rigoureux, la masse profonde du lac se rechauffe lentement, soit par l'action de la chaleur centrale (2), soit par la conduction de la chaleur dès la surface vers le fond (3).

1880 me font changer d'avis. Alors que le Petit-lac était couvert de radeaux de glace et que sa température était par conséquent à 0° à la surface, les lectures faites par les observations de Genève, à 1 mètre de profondeur, dans le Rhône, ont toutes donné des chiffres relativement élevés; des six jours où le lac a été ainsi congelé, la température la plus basse mesurée dans le port de Genève a été de 3.2° le 10 février. J'en conclus que l'eau qui s'écoule par le Rhône de Genève n'est pas seulement l'eau superficielle du lac, mais qu'elle est abondamment mélangée aux couches profondes, lesquelles en pareil cas étaient plus chaudes que la surface (x).

(1) Pour plus de commodité et de précision j'appellerai variations *lustrales* les variations qui sont liées à une périodicité irrégulière durant plusieurs années; je distinguerai donc la périodicité *annuelle*, liée au cycle estival-hiémal, ou à la révolution de la terre autour du soleil, c'est une périodicité régulière, et la périodicité *lustrale*, occasionnant des variations de durée et d'intensité irrègulières, durant deux ans, cinq ans, dix ans ou plus, c'est une périodicité irrégulière dont les causes, probablement complexes, nous sont le plus souvent inconnues.

(2) D'après E. de Beaumont (xcvii) la chaleur centrale se dégage à travers les couches supérieures de la terre en quantité suffisante pour fondre annuellement une couche de 6.5 m/m. de glace. Cela représente 5.2 calories par d/m². Ce chiffre a encore été abaissé par les recherches du comité de l'Association britannique (xcviii) et réduit à 4.1 calories par d/m².

(3) Il est une cause de réchauffement du fond des lacs à laquelle on n'a pas encore fait attention, qui ne peut expliquer qu'une faible partie de l'élevation de température constatée, mais dont on doit tenir compte. C'est le fait de la densité plus grande du limon contenu dans l'eau des affluents. Que ce soit la poussière minérale elle-même qui descende dans les profondeurs, et en se refroidissant réchauffe l'eau qui l'entoure (le Rhône apporte annuellement dans le lac Léman plus de 200,000 m³ de limon, Forel, la Reuss 150,000 m³. de limon dans le lac des IV-cantons, Heim), ou que ce soit l'eau limoneuse qui, plus lourde par la poussière impalpable qu'elle tient en suspension, descende dans une couche in-

Il résulte des sondages que j'ai continués dans le lac Léman depuis 1879 à 1884 que ce réchauffement est d'environ 0.1° par an.

Voici en effet les températures que j'ai constatées dans les grands fonds du lac Léman, entre 250 à 300 m., de 1879 à 1884. Toutes ces mesures ont été faites avec le même thermomètre et dans les mêmes conditions; elles sont donc bien comparables entr'elles.

23 octobre 1879	5.2°
5 avril 1880	4.5
29 juillet 1880	4.6
30 novembre 1880	4.7
5 novembre 1881	4.8
26 février 1883	5.0
15 mars 1884	5.4

D'après ces observations, l'amplitude de la variation annuelle de la température des grands fonds du lac Léman serait:

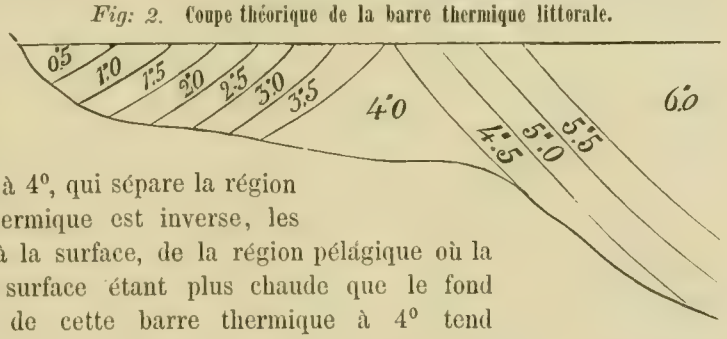
en période de réchauffement, entre 0.1° et 0.2°,
en période de refroidissement, jusqu'à 0.6°.

Quant aux variations lustrales résultant du réchauffement prolongé des couches profondes dans une série de belles années, ou du refroidissement par l'effet d'un hiver très-froid(1), j'estime qu'elles doivent s'élever à une amplitude d'un degré au maximum, soit $\pm$ 0.5°.

Jusqu'à présent je n'ai parlé que des variations de la région pélagique et profonde; mais il y a lieu de faire intervenir ici celles de la région littorale. Celle-ci est en effet soumises à des variations beaucoup plus étendues que celles du milieu du lac, et ces variations ont un effet très-curieux sur la température des grandes profondeurs du lac.

En hiver la région littorale se refroidit souvent très-bas, et tandis que la région pélagique du Grand-lac reste à 5° environ, elle descend au-dessous de 4° et peut même arriver à zéro. Il se forme alors, ainsi que je l'ai montré ailleurs (x), une *barre thermique* d'eau à 4°, qui sépare la région littorale où la stratification thermique est inverse, les couches les plus froides étant à la surface, de la région pélagique où la stratification est directe, la surface étant plus chaude que le fond (Fig. 2). L'eau plus dense de cette barre thermique à 4° tend

Fig: 2. **Coupe théorique de la barre thermique littorale.**



férieure à celle à laquelle sa température l'aurait amenée, par ces deux procédés il y a apport de corps plus chauds dans le milieu froid des grands fonds, et par conséquent réchauffement de l'eau des grandes profondeurs. Par cette action la température des couches inférieures des lacs doit s'élever chaque année, mais de quelques centièmes de degré seulement.

(1) J'admets que le grand hiver de 1880 peut être considéré comme étant, à peu de choses près, l'extrême de rigueur d'un hiver de nos climats.

sans cesse à s'écouler au-dessous des eaux plus légères, et il en résulte, en particulier, un courant d'eau froide à 4°, qui descend le long des talus du lac et gagne les plus grands fonds. Il suit de là qu'à la fin de l'hiver, il doit y avoir au fond de la cuvette du lac, sous la grande masse du lac à température uniforme, une couche peu épaisse d'eau plus froide, dont la température s'approche de 4°.

J'ai retrouvé cette couche d'eau froide après le grand hiver de 1880, dans un sondage thermométrique opéré le 23 mars 1880 devant Ouchy.

200	mètres	4.6°
240	»	4.6
260	»	4.6
280	»	4.5
305	»	4.4
310	»	4.4

Tandis que la grande masse du lac ne s'est pas refroidie au-dessous de 4.6°, il y avait au fond de la cuvette une couche de 50 m. d'épaisseur, plus froide de un ou deux dixièmes de degré.

Ce courant d'eau froide à 4°, qui coule le long des talus du lac pendant les grands froids de l'hiver, est un phénomène temporaire et ne dure que quelques jours; la couche stratifiée d'eau froide qui s'accumule dans les grands fonds n'est pas bien épaisse, et elle est bientôt réchauffée par les masses plus chaudes qui l'entourent, soit le sol sous-jacent, soit l'eau sus-jacente. Mais quelque passagères et temporaires que soient ces apparitions, elles n'augmentent pas moins notablement l'amplitude des variations thermiques, qu'ont à subir les animaux de la région profonde du lac. Les variations annuelles et lustrales oscillent autour d'une température plus élevée, $5° \pm 0.5°$. Ce courant d'eau froide abaisse subitement la température de l'eau à 4° ou à peu près. Dans un climat aussi constant que la région profonde d'un lac, une telle intempérie doit être fort sensible et fort désagréable pour les animaux.

De même que le refroidissement hiémal agit plus sur la région littorale, de même l'échauffement estival y est aussi plus intense; l'eau s'y réchauffe souvent en été de plusieurs degrés au-dessus de la température de la région pélagique. Mais ce phénomène est purement superficiel; il est sans action sur la région profonde, et nous n'avons pas à nous en occuper ici.

Nous avons vu qu'à la suite du grand hiver de 1879 à 1880 la température du Léman s'était abaissée de 0.6° environ, mais qu'elle était restée cependant à 4.6°, c'est-à-dire notablement au-dessus de 4°, température du maximum de densité de l'eau. Il n'en a pas été de même pour la plupart des autres lacs Suisses, qui se sont congelés les uns après les autres. Outre les lacs de montagne qui gèlent chaque année, dans l'hiver de 1880 la congélation a saisi successivement les lacs de Morat, de Bienne, de Zurich, de Zoug, de Neuchâtel, de Constance, d'Annecy et des IV-Cantons. Il n'y a que

les lacs de Thoune, de Brienz, de Walenstadt, le Léman, le lac du Bourget et les lacs Insubriens (1) qui aient été épargnés par le gel.

La congélation des grands lacs de la Suisse est un fait rare, mais on ne peut pas le dire anormal. Plusieurs fois par siècle, on a vu se recouvrir de glace ceux qui ont été gelés en 1880. Toutefois, d'après les souvenirs historiques que j'ai pu rassembler, le lac de Thoune n'aurait gelé que 4 ou 5 fois depuis le XIVe siècle; le lac de Brienz une seule fois. Les lacs de Walenstadt, du Bourget, les lacs Insubriens et le Léman n'auraient jamais gelé. L'on peut à ce point de vue établir la loi suivante :

La congélation d'un lac sera d'autant plus hâtive ou plus fréquente, *caeteris paribus*,

a) que le lac est moins profond;

b) que ses talus sont moins inclinés.

c) que son altitude est plus élevée.

d) que sa latitude est plus éloignée de l'équateur.

e) qu'il est dans une région moins protégée contre les vents.

f) que ses bords sont encaissés dans une vallée à parois moins abruptes, contre les flancs de laquelle l'air atmosphérique se refroidit plus. (R. Billwiller.) (CXXXVI).

g) qu'il a emmagasiné moins de chaleur dans l'été précédent.

h) qu'il s'est écoulé moins d'années depuis le dernier hiver froid.

i) qu'il y a eu durant l'hiver moins de soleil pendant le jour et moins de nuages pendant la nuit.

Quoiqu'il en soit, les lacs de notre région Subalpine sont exposés à la congélation, et nous devons étudier comment ce phénomène agit sur la température des régions profondes.

L'eau ayant sa densité maximale à 4°, les allures du refroidissement de l'eau sont différentes au-dessus et au-dessous de cette température. Jusqu'à 4° le refroidissement automnal se continue, comme nous l'avons vu dans le Léman, par des phénomènes de convection; il y a, par convection, augmentation progressive de la couche superficielle de l'eau à température uniforme ; à mesure que, la chaleur se perdant par la surface, cette couche superficielle se refroidit, elle s'adjoint l'une après l'autre, en les faisant entrer dans le cycle de sa circulation thermique, les couches inférieures, dont elle prend successivement la température, dans le cours de son refroidissement progressif. Il arrive donc un moment où toute la masse du lac est à 4°; mais dès lors la convection cesse, et le refroidissement superficiel ne se propage plus dans la profondeur que par des phénomènes de conduction; il en résulte une stratification thermique inverse de celle que nous avons constatée en été, les couches les plus froides étant à la surface en hiver.

(1) Les 9 et 10 février, les 14, 15 et 16 fevrier et le 1 mars 1880, la partie occidentale du Léman connu sous le nom du Petit-lac a été recouverte d'une pellicule glacée assez forte pour résister à la chaleur du soleil pendant le jour. Le 3 février il y eut sur le lac de Lugano formation de glace dans le bras occidental, entre Morcote et Brusino, et dans le golfe de Pontetresa. Ce sont des faits de congélation littorale; la région pélagique de ces lacs n'a jamais été menacée par la glace (x).

Des sondages thermométriques effectués sous la glace des lacs m'ont prouvé que le fond du lac est bien à 4°, ou au-dessous. Le fond des lacs gelés descend donc à une température plus basse que celle des lacs qui ne gèlent pas, et l'amplitude de la variation thermique y est plus considérable.

Je le montrerai en donnant les chiffres des sondages thermométriques exécutés dans les lacs de Morat et de Zurich, d'une part pendant le grand hiver de 1880, alors que le lac était gelé, d'une autre part au milieu de l'été suivant, au mois d'août 1880; à côté de ces chiffres j'inscris l'amplitude de la variation thermique estivale de cette année 1880, telle qu'elle résulte de la différence des deux observations.

Lac de Morat.

1880	1 février	6 août	Amplitude de la variation
0 m.	0.3°	19.1°	18.8°
5	1.9	18.8	16.9
10	2.0	18.0	16.0
15	2.4	10.8	8.4
20	2.5	9.6	7.1
25	2.5	8.9	6.4
30	2.4	8.5	6.1
35	2.5	8.3	5.8
40	2.7	8.0	5.3

Lac de Zurich.

1880	25 janvier	3 août	Amplitude de la variation.
0 m.	0.2°	19.7°	19.5°
10	2.6	19.1	16.5
20	2.9	7.6	4.7
30	3.2	6.0	2.8
40	3.5	5.2	1.7
50	3.6	4.7	1.1
60	3.7	4.4	0.7
70	3.7	4.2	0.5
80	3.8	4.1	0.3
90	3.8	4.1	0.3
100	3.9	4.0	0.1
110	3.9	4.0	0.1
120	4.0	4.0	0.0
130	4.0	4.0	0.0

Si nous comparons les deux sondages faits dans l'été de 1880, dans les lacs de Zurich et de Morat, qui avaient tous deux été gelés l'hiver précédent, nous aurons un résultat intéressant:

	Morat	Zurich	Différence
0 m.	19.1°	19.7°	+ 0.6°
10	18.0	19.1	+ 1.1
20	9.6	7.6	— 2.0
30	8.5	6.0	— 2.5
40	7.9	5.2	— 2.7

Laissons de côté les chiffres de la couche supérieure de 10 m. d'épaisseur, qui est influencée par la température accidentelle des jours précédents; nous voyons que l'eau des couches profondes se réchauffe beaucoup plus vite dans le lac de Morat, peu profond, que dans le lac de Zurich, plus profond.

On peut formuler la loi générale: « Plus le lac est profond, moins grande est l'amplitude des variations thermiques annuelles ».

Comme les variations lustrales dépendent des sommes des variations annuelles, la même loi peut leur être appliquée.

Pour avoir une idée des différences dans l'état thermique des différents lacs, je donnerai ci-dessous le tableau d'une série de sondages thermométriques, opérés dans le mois d'août 1880, dans les principaux lacs du Nord des Alpes. Je les divise en deux groupes, lacs qui ont gelé l'hiver précédent, lacs qui n'ont pas gelé (voir le tableau à la page suivante).

Enfin je donnerai dans le tableau suivant les températures des lacs de Zurich, des IV-Cantons, de Bienne, de Neuchâtel, du Léman, d'Annecy et du Bourget, telle que je les ai mesurées dans l'été de 1883.

	Zurich	IV-Cantons	Bienne	Neuchâtel	Léman	Annecy	Bourget
1883	13 août	16 août	12 octobre	11 octobre	9 octobre	22 septembre	21 septembre
0 m.	19.8°	17.4°	12.0°	12.0°	12.8°	17.5°	18.8°
20	7.9	10.0	11.1	11.3	12.8	8.1	11.3
40	5.3	5.8	9.0	8.7	6.7	6.2	6.3
60	—	5.2	—	6.5	6.1	6.1	5.9
80	—	5.0	—	5.8	—	—	5.8
100	—	—	—	5.7	6.0	—	—
120	4.2	—	—	—	5.8	—	5.7

Température des Lacs dans l'été de 1880 (voir page 23).

	Lacs gelés en 1880.							Lacs non gelés.				
	Constance	Zurich supr.	Zurich inf.	IV-Cantons infr.	Morat	Neuchâtel[1])	Annecy	Walenstadt	IV-Cantons supr.	Brienz	Thoune	Léman
1880	1 août	2 août	3 août	4 août	6 août	7 août	13 août	2 août	3 août	5 août	5 août	29 juil.
0 m.	18.2°	17.1°	19.7°	16.8°	19.1°	17.6°	18.4°	17.0°	16.8°	14.4°	18.0°	21.5°
20	10.1	9.3	7.6	10.3	9.6	15.1	10.4	12.0	9.3	10.8	12.0	12.0
40	5.3	6.8	5.2	5.4	8.0	8.6	6.0	6.6	5.4	6.6	6.0	7.2
60	4.5		4.4	4.9		6.6	5.0	5.5	5.0	5.1	4.9	6.3
80	4.3		4.1	4.5		5.4		4.9	4.8	4.8	4.6	5.5
100	4.2		4.0	4.3		5.2		4.6	4.7	4.7	4.5	5.1
120	4.1			4.1				4.6	4.7		4.5	4.8
140	4.0		4.0	4.1				4.6		4.7	4.5	4.8
160												
180									4.7	4.6		4.7
200												4.6
220												4.6
240												
260										4.6		4.6
280												4.6

La comparaison entre ces sondages thermométriques faits en 1880 et 1883 montrera combien les eaux des régions profondes se sont réchauffées dans cette période de trois années.

	Zurich	IV-Cantons	Neuchâtel	Léman	Annecy
40 m	+ 0.1°	+ 0.4°	+ 0.1°	+ 0.1°	+ 0.2°
60	—	+ 0.3	+ 0.1	+ 0.1	+ 1.1
80	—	+ 0.5	+ 0.4	—	—
100	—	—	+ 0.5	+ 1.0	—
120	+ 0.1°	—	—	+ 1.0	—

(1) Les sondages du Lac de Neuchâtel (7 août 1880) ont été opérés dans de très-mauvaises conditions; le vent soufflait très-vif et les vagues étaient violentes. Ces observations sont donc incertaines.

Comme terme de comparaison fort instructif je donnerai ici le résultat de sondages thermométriques, exécutés en août 1873 par le professeur John LeConte sur le lac Tahoe, 39° lat. N et 120° long. W de Greenwich, entre les états de Californie et de Névada, par une altitude de 1905 m. (XII).

Profondeur	Température	Profondeur	Température
0 m.	19.4°	100 m.	7.5°
15	17.2	122	7.2
30	12.8	146	6.9
45	10.0	152	6.7
60	8.9	183	6.1
75	8.3	235	5.0
90	7.8	459	4.0

Pour autant que l'on sait, le lac Tahoe n'a jamais gelé.

— En résumé, au point de vue thermique les lacs présentent des variations considérables dans leurs couches supérieures ; mais l'amplitude de ces variations décroît rapidement dans la profondeur, et à partir de 100 m. elles sont presque nulles.

D'un lac à l'autre il y a des différences, aussi bien dans la température moyenne, que dans l'amplitude des variations ; ces différences sont régies par les conditions géographiques, topographiques, climatériques des lacs et en outre par le volume relatif de leurs eaux. La différence ne dépasse pas, dans les régions profondes, 1 ou 2 degrés.

En somme, le climat des régions profondes est, au point de vue thermique, très-égal et très-peu accidenté.

Quant à l'ancienne théorie, très-généralement répandue, qui veut que le fond des lacs d'eau douce soit constamment et partout à 4°, température du maximum de densité, elle n'est pas exacte. Ce fait ne se présente que pour les lacs suffisamment profonds (plus de 100 m.) qui sont soumis à un climat assez froid pour que chaque hiver leur surface descende à 4° ; j'en donnerai comme exemple probable le lac de Zurich. Mais dans les climats plus doux, le fond du lac se réchauffe graduellement, qu'il soit resté au-dessus de 4° comme dans le cas du Léman, ou qu'il soit descendu à 4° dans un cas de congélation, comme le lac de Neuchâtel dans l'hiver 1880. Quant aux lacs peu profonds, (Annecy, Morat par ex.) la température du fond varie de un ou deux degrés au-dessus ou au-dessous de 4°.

Congélation des lacs.

En outre du point de vue thermique que nous venons d'étudier dans le paragraphe précédent, la congélation de la surface a un effet considérable dans l'économie des lacs.

En fermant tous les rapports avec l'atmosphère, la couche de glace immobilise absolument toute la masse du lac. Dans un lac gelé il n'y a plus ni vagues, ni courants d'origine mécanique; la stratification thermique inverse qui existe dans les eaux sous la glace étant parfaite au point de vue des densités, il n'y a plus de courants de convection. C'est alors le repos absolu qui règne, non seulement dans les profondeurs, mais encore dans tout le lac.

Un autre effet, qui doit être assez important, c'est la suppression des rapports chimiques du lac avec l'atmosphère; à travers la couche de glace, les échanges gazeux sont évidemment fort entravés, et, si la congélation dure longtemps, il peut en résulter un défaut d'oxygène. On sait que pendant l'hiver les braconniers ouvrent des trous dans la glace des lacs, dans le lac de Joux par ex., et qu'ils y pêchent les poissons, en particulier les Brochets, quand ceux-ci viennent chercher de l'air frais qui fait défaut dans l'eau.

Une observation que j'ai faite le 1er février 1880 sur le lac de Morat, doit se rapporter au même ordre de faits; ce lac était gelé depuis le 18 décembre 1879, soit depuis 45 jours. Quand j'eus percé dans la glace les trous nécessaires à mes sondages thermométriques, je vis l'eau fourmiller d'une multitude de petits Entomostracés pélagiques *(Diaptomus, Cantocamptus)* qui venaient ainsi à la surface. Or, comme nous le verrons plus loin, c'est là une station tout à fait anormale pour des animaux pélagiques, qui pendant le jour se tiennent dans les couches moyennes, à la limite de la région non-éclairée. On ne peut pas dire que la couche de glace de 36 c/m. fût assez opaque pour donner aux couches supérieures du lac l'obscurité que recherchent ces animaux; je ne m'explique cette apparition insolite que par le défaut d'oxygène dans l'eau et par l'attrait qu'aurait pour ces êtres, à demi asphyxiés, une eau plus riche en gaz respirables [1]).

§ IV. Lumière.

La lumière pénètre dans le lac, mais elle ne descend pas très-loin; au-dessous de la couche supérieure, qui est soumise aux alternatives du jour et de la nuit et aux variations

---

(1) Dans les séries d'études chimiques de Weith sur les eaux du lac de Zurich (xxi) que nous aurons à citer plus loin, on voit que la quantité d'acide carbonique et de carbonates était légèrement plus élevée dans l'eau puisée pendant la congélation du lac, dans l'hiver 1879—1880, que dans les époques où le lac n'était pas pris par la glace. La différence était du reste minime.

La quantité d'acide carbonique chimiquement combiné à l'état de carbonates a été en moyenne, par litre d'eau:

sur 10 analyses d'eau du lac non-gelé	52.6 milligrammes
„ 5 „ „ „ „ gelé	54.4 „
différence	1.8 milligrammes

des saisons, est une région profonde où l'obscurité règne absolument et sans interruption. Où est la limite entre les deux zônes? c'est ce que j'ai recherché dans le lac Léman (*Mat.* [1] *VII et XXVIII,* XCIX).

Si l'eau était physiquement pure, quatre facteurs détermineraient cette limite, à savoir:

a) la hauteur de l'astre (soleil ou lune) au-dessus de l'horizon; cette hauteur règle la proportion entre la quantité de lumière qui est réfléchie par la surface et celle qui est absorbée;

b) la transparence de l'air, qui arrête plus ou moins de lumière, suivant que le ciel est serein ou nuageux;

ces deux facteurs peuvent se réunir sous le nom de *facteurs d'éclairage*;

c) l'état de la surface de l'eau plus ou moins agitée par les vagues: la proportion de lumière réfléchie varie avec la forme, la grandeur et la direction des vagues;

d) la température de l'eau, laquelle absorbe plus de lumière quand elle est plus chaude (Wild); l'eau froide est plus transparente que l'eau chaude;

ces deux facteurs sont les *facteurs d'absorption.*

Mais l'expérience m'a montré que le facteur le plus important est la pureté physique de l'eau; celle-ci est plus ou moins chargée de poussières lacustres, qu'elle tient en suspension, et en raison de cela elle est plus ou moins limpide, plus ou moins transparente.

Ces différents facteurs combinés ensemble modifient sensiblement la transparence de l'eau pour la lumière; quoique l'éclairage soit moins puissant en hiver les eaux sont plus limpides et la lumière descend plus profond qu'en été. C'est ce qu'ont prouvé mes recherches dans le lac Léman.

J'ai étudié la pénétration de la lumière dans le lac dans les deux formes d'activité: activité lumineuse, activité chimique ou actinique.

A. RAYONS LUMINEUX.

L'action lumineuse des rayons du soleil, la seule source éclairante qui agit efficacement dans nos lacs, se traduit à nous par les impressions de notre rétine. Nous pouvons dans cette étude considérer deux points de vue:

L'intensité de la lumière.

La qualité de la lumière, sa couleur.

Intensité de la lumière. Les rayons lumineux en traversant l'eau sont absorbés, tellement que, si la couche d'eau est assez épaisse, elle devient tout à fait opaque. L'œil

[1] Je désigne par l'abréviation *Mat.* suivie d'un chiffre romain les renvois aux paragraphes de mes „Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du lac Léman", dont on trouvera la table des matières détaillée à la fin de l'index bibliographique.

qui cherche à percer les profondeurs du lac ne pénètre que jusqu'à quelques mètres dans l'eau; en avant de la région littorale, qui est encore accessible à notre vue, règne la région obscure, *l'eau bleue*, comme on l'appelle sur nos lacs, là où nous ne distinguons plus le fond.

Pour étudier cette absorption de la lumière et les variations de son intensité j'ai utilisé la méthode déjà employée par tous les navigateurs qui ont voulu se rendre compte de la limpidité des eaux; elle a été mise en jeu avec toute la précision du physicien par le P. A. Secchi, en 1865, dans la Méditerannée (XII). L'on fait descendre dans l'eau un disque blanc, attaché à une ligne de sonde, et l'on mesure la profondeur à laquelle il disparaît à l'œil en descendant, celle à laquelle il commence à devenir visible en remontant: la moyenne de ces deux chiffres est ce que j'appelle la *limite de visibilité (Mat. XXVIII)*. Voici cette profondeur limite de visibilité dans les divers mois de l'année, d'après 46 expériences que j'ai faites en 1874 et 1875, en plein lac devant Morges.

Mois d'été:

mai	8.2 m.	août	5.3 m
juin	6.9	septembre	6.8
juillet	5.6		

Mois d'hiver:

octobre	10.2 m.	février	15.0 m.
novembre	11.0	mars	15.4
décembre	11.5	avril	11.3
janvier	14.5		

en moyenne: les 7 mois d'hiver, octobre à avril	12.7 m.
les 5 mois d'été, mai à septembre	6.6
moyenne annuelle	10.1
maximum observé le 10 mars 1875 à midi	17.0

D'après cela la limite de visibilité est à peu près deux fois plus profonde en hiver qu'en été.

Ajoutons encore que la transition entre le régime estival, où l'eau est presque opaline, et le régime hivernal, où elle est limpide, se fait le plus souvent brusquement, rapidement, en quelques jours; la transition printannière, dans laquelle l'eau claire de l'hiver s'obscurcit et se trouble, est en général un peu moins rapide.

Quelles sont les causes de ces variations dans la limpidité de l'eau?

Les recherches de Wild (CXLVIII) ont montré que la température de l'eau y est pour quelque chose; plus l'eau est chaude, plus elle absorbe une forte fraction de la lumière. Mais l'observation des faits du lac prouve que le facteur le plus important, qui trouble les eaux de l'été et les rend peu transparentes à la lumière, réside dans les poussières

en suspension dans l'eau. Ces poussières forment un brouillard qui arrête les rayons lumineux. Les observations suivantes m'ont fait conclure à cette importance des poussières aquatiques:

a) En été l'eau est beaucoup plus transparente en plein lac que près des bords; elle est le plus opaque au fond des golfes.

b) En été l'intensité de l'éclairage a très-peu d'influence sur la profondeur limite de visibilité; que le soleil soit à l'horizon ou au méridien, qu'il brille dans un ciel serein ou qu'il soit voilé par les nuages, la limite de visibilité reste, à peu de chose près, la même.

c) La profondeur limite de visibilité est très-nettement marquée en été; quand un objet s'enfonce en sombrant dans le lac, il s'éteint à la vue, non pas progressivement et insensiblement, mais presque subitement. (1).

En réunissant ces faits avec ce que nous apprend la physique générale, je conclurai:

1° La lumière est absorbée par l'eau et pénètre dans le lac en quantité d'autant moins grande que la profondeur est plus considérable.

2° La pénétration de la lumière a lieu d'autant plus bas pour le même éclairage:

a) que l'eau est plus limpide et contient moins de poussières;

b) que l'eau est plus froide.

3° L'éclairage varie d'un jour à l'autre et d'un instant à l'autre; il est d'autant plus puissant que:

a) l'astre éclairant est plus haut sur l'horizon;

b) le ciel est plus serein et l'astre moins voilé par des nuages;

c) la surface du lac est moins agitée par les vagues.

La grande différence de régime dans la transparence des eaux entre l'été et l'hiver, différence qui est en sens inverse de l'intensité de l'éclairage, provient essentiellement des poussières aquatiques en suspension dans l'eau; elles sont toutes de nature organique (2). J'attribue la plus grande abondance, en été, de ces poussières aquatiques, au plus grand développement de la vie organique, soit dans le lac, soit dans ses affluents, soit sur la terre; la vie étant plus active, les débris de la vie sont plus nombreux, et les poussières organiques se trouvent en plus grand nombre dans le lac.

---

(1) Une très-belle série d'expériences sur la transparence de l'eau a été commencée en 1884 par une commission spéciale de la Société de physique de Genève, sous la présidence du professeur L. Soret. Ces recherches ont étudié dans le port de Genève la limite de visibilité d'un corps éclairant regardé horizontalement à travers les couches supérieures de l'eau. Les résultats, jusqu'à présent publiés (CXLVII) semblent parfaitement d'accord avec ce que j'avais trouvé sur la nature de l'opacité de l'eau, dûe essentiellement à des poussières en suspension dans le liquide.

(2) Je ne parle pas ici du trouble causé par les vagues ou par un torrent débordé, qui salit le lac à son embouchure, et souvent fort loin de cette embouchure; ces poussières minérales, plus lourdes que l'eau, ne tardent pas à se déposer, et n'altèrent que très-temporairement la limpidité du lac.

Il est aussi un fait concomitant qui explique la plus grande abondance des poussières en suspension pendant l'été que pendant l'hiver, c'est la stratification des densités, résultat de l'échauffement des couches superficielles de l'eau. L'eau ne garde en suspension entre deux eaux que les poussières ayant exactement la même densité qu'elle. Toutes celles qui sont plus lourdes, tombent au fond, celles qui sont plus légères viennent à la surface. Or en été, par suite de la stratification thermique, qui occasionne une stratification des densités de l'eau, dès la surface où les eaux sont les plus légères au fond où elles sont les plus lourdes, entre ces deux extrêmes de densités, il y a une foule de poussières qui trouvent une couche dont la densité est égale à la leur, et qui peuvent ainsi rester en suspension; en hiver au contraire, par suite de l'uniformité de la température au fond et à la surface, il n'y a dans l'eau du lac qu'une seule densité, et par conséquent une seule classe de poussières capables de flotter entre deux eaux.

Ces deux causes (1), plus grand développement de la vie organique en été, et plus grande diversité des densités de l'eau, expliquent la plus grande abondance des poussières flottant dans l'eau, et par suite la moins grande transparence du lac pendant l'été.

La lumière étant absorbée à mesure qu'elle pénètre plus profondément dans l'eau, il doit arriver un point où toute la lumière est absorbée et où règne l'obscurité absolue. Nos lacs sont-ils assez profonds pour que cette région obscure soit atteinte?

Nous avons constaté que dans le lac Léman un objet blanc éclairé disparaît à l'œil sous une couche de 17 m. d'eau au maximum. Le rayon lumineux, réfléchi par l'objet blanc, est revenu à l'œil après avoir traversé au moins 17 m. d'eau en descendant et 17 m. d'eau en remontant, total 34 m. Pouvons nous en conclure que la profondeur de 34 m., dans les beaux jours de fin d'hiver, soit la limite absolue de la pénétration de la lumière dans notre lac; autrement dit, qu'un animal, vivant à la profondeur de 35 m., soit dans l'obscurité absolue, l'obscurité impénétrable d'une caverne? Je ne le pense pas. Il est probable qu'à cette profondeur, et bien plus bas encore, il doit pénétrer, pendant le jour du moins, une certaine quantité de lumière, qui doit éclairer ces régions comme le crépuscule, ou la demi-lumière, demi-obscurité de nos nuits de la surface de la terre. Pendant la nuit la lumière n'est pas assez intense pour permettre de distinguer les objets éloignés; notre œil ne sépare pas des masses très-peu éclairées et qui ne se différencient

---

(1) J'ai déjà réfuté ailleurs (XCIX) l'opinion fort généralement répandue que l'opacité des eaux de l'été serait due aux eaux laiteuses des torrents glaciaires. Ces eaux sont trop froides pour rester à la surface du lac; les eaux du Rhône, en été, ont une température qui varie de 6° à 12°; pendant ce temps la couche supérieure du lac est entre 15° et 25° de chaleur; sans parler du limon minéral qu'elles tiennent en suspension, par le fait même de leur température plus froide, les eaux du Rhône sont plus lourdes que celles du lac; elles descendent donc le long des talus du delta du fleuve, jusqu'à une profondeur de 40 à 60 ou 80 mètres, et s'y étalent en nappe horizontale entre deux eaux. Elles ne se mêlent donc pas à la couche supérieure des eaux du lac et n'interviennent en rien dans ce trouble de l'été qui rend invisible tout objet plongé à quelques mètres de profondeur.

que par des fractions très-faibles d'illumination. Mais nous y voyons encore assez pour distinguer des objets rapprochés ; même dans les nuits les plus obscures nous arrivons encore à nous diriger. Je suppose qu'il doit en être à peu près de même dans les profondeurs moyennes de nos lacs; pendant les heures où le soleil est sur l'horizon, il doit y régner une demi-obscurité analogue à celle de nos nuits nuageuses. Jusqu'à quelle profondeur ce reste de lumière pénètre-t-il encore ? Je n'ose pas le supputer. Mais nous constaterons bientôt que l'action chimique de la lumière sur le chlorure d'argent se fait sentir jusqu'à 100 m. de profondeur. Or nous savons que notre rétine est capable de discerner des objets alors même que la lumière n'est pas assez intense pour impressionner le chlorure d'argent. Il est donc possible que notre œil puisse encore y voir à une profondeur plus grande encore.

Quant au nerf optique des animaux, quelle est sa sensibilité comparée au nôtre? c'est que nous sommes absolument incapables d'apprécier, pour le moment du moins.

Dans le régime d'été les poussières organiques en suspension dans l'eau, qui font réduire la limite de visibilité à la profondeur de 5 à 6 m., doivent encore diminuer ces restes de lumière et augmenter l'obscurité. Ce doit être, dans le lac, à la fois l'effet d'un nuage et celui d'un brouillard dans notre atmosphère, qui d'une part arrêtent la vision distincte des objets éloignés, d'une autre part diminuent notablement l'intensité de l'éclairage.

Je conclus qu'au point de vue de la lumière, qui se traduit pour les animaux par la faculté de voir les objets extérieurs, il doit régner dans les régions très-profondes des lacs (200, 300 m.) une obscurité absolue ou presque absolue, que dans les régions moins profondes, 50—200 m., on y trouverait une demi-obscurité, analogue à celle de nos nuits atmosphériques, que dans la région supérieure seulement, jusqu'à 20, 30 ou peut-être 50 m., il doit y avoir assez de lumière pour permettre une vision plus ou moins nette et distincte.

La limpidité des eaux varie notablement d'un lac à l'autre. Je n'ai malheureusement pas d'observations précises qui me permettent une comparaison numérique entre les eaux du Léman et celles des autres lacs Subalpins; mes notes indiquent, pour tous les autres lacs où j'ai fait attention à la transparence des eaux, une limpidité inférieure à celle du Léman.

Les eaux du Léman sont cependant loin d'être les plus claires. Sans parler des eaux de la Méditerranée où le P. Secchi a suivi son disque blanc jusqu'à 42.5 m. de profondeur, et de l'océan atlantique où L. F. de Pourtalès a distingué des objets éclairés jusqu'à 50 m., je n'insisterai que sur un seul chiffre, parcequ'il vient aussi d'un lac d'eau douce. Dans le lac Tahoe (1), Sierra Névada de la Californie, le professeur John LeConte

(1) Les dimensions du lac Tahoe sont: longueur 35 km., largeur 20 km, superficie environ 500 km. carrés; la profondeur maximale connue 501 m., son altitude 1905 m.; sa température à la surface en août 1873, 19.5°. Il est situé sous le 39° lat.-nord.

a trouvé, le 6 septembre 1873, la limite de visibilité par 33 m. de profondeur(xi). C'est une profondeur 4 à 5 fois plus forte que celle que j'ai constatée dans le lac Léman, où mes observations pour le mois de septembre donnent en moyenne une profondeur limite de visibilité de 6.8 m. Je n'ai pas les éléments suffisants pour expliquer une telle différence dans la transparence, mais je suis porté à l'attribuer à la composition chimique des eaux (1).

Couleur de la lumière. L'eau des lacs réfléchit une couleur bleue ou verte. Quelle est la couleur transmise? Quelle est la couleur de la lumière dont jouissent les habitants des lacs? Cette couleur est la même que la couleur de la lumière réfléchie. Je l'ai constaté directement dans le lac Léman, le lac bleu par excellence, en me plongeant sous l'eau à quelques mètres de profondeur en plein lac et en me voyant éclairé de toutes parts d'une brillante lumière bleue, dont je ne puis donner une meilleure idée qu'en la comparant à la lumière azurée que l'on admire dans les grottes creusées dans la glace d'un glacier. Les expériences de laboratoire montrent la couleur bleue du rayon lumineux qui a traversé une épaisseur suffisante d'eau ; elles confirment mon observation (2).

La lumière qui éclaire la région supérieure des lacs, et pénètre plus ou moins dans la profondeur, a donc la même couleur que la lumière réfléchie par la masse du lac. Cette couleur est assez différente d'un lac à l'autre.

Voici quelle est la couleur d'un certain nombre de lacs Subalpins telle que je l'ai appréciée en naviguant sur leurs eaux, de 1874 à 1883. Je désigne les nuances par les qualificatifs *bleu*, *bleu-vert*, *vert-bleu*, *vert*, suivant que la teinte était plus ou moins bleue ou verte. Quelques uns de ces lacs sont qualifiés de deux nuances différentes : c'est le fait de deux appréciations différentes faites dans divers voyages.

Lac.	*Couleur des eaux.*
Bourget	bleu-vert
Annecy	bleu
Léman	bleu

(1) J. Le Conte attribue cette plus grande limpidité des eaux du lac Tahoe à l'absence de véritables glaciers à la source des affluents de ce lac ; les masses de neiges, qui persistent toute l'année dans les gorges profondes de la Sierra Névada, sont à l'état de névé, et ne fournissent pas de véritables eaux glaciaires. (in litt. 9 avril 1884).

(2) Ne soyons cependant pas trop affirmatif; les expériences de laboratoire signalent la couleur bleu-azurée du rayon lumineux transmis à travers une couche suffisante d'eau pure, d'eau distillée avec des précautions infinies. Sitôt que la moindre impureté souille l'eau, le rayon transmis prend des teintes vertes et même jaunes. Voyez à ce sujet les études récentes de Spring (cxxvii), Le Conte (xi) et Soret (cxxviii). Lorsqu'à l'aide d'un miroir, plongé dans l'eau sous un angle de 45°, je regarde la couleur de la lumière transmise à la surface du lac Léman, je lui voit une teinte bleue-verte ou verte-bleue, bien différente de la couleur bleue pure du rayon vertical.

Lac.	*Couleur des eaux.*
Joux	vert
Neuchâtel	bleu-vert ; vert-bleu
Morat	vert
Bienne	vert-bleu
Thoune	bleu-vert; vert-bleu
Brienz	vert
IV-Cantons	vert-bleu
Walenstadt	vert-bleu, vert
Zurich	vert-bleu; vert
Constance	vert-bleu
Majeur	vert-bleu

B. RAYONS ACTINIQUES.

Les rayons chimiques, qui dominent dans la partie la plus réfrangible du spectre solaire, ont une grande importance pour la vie; leur action préside au développement des chromophylles chez les plantes, et à celui des pigments chez les animaux. Ces rayons actiniques sont absorbés par l'eau, et ils cessent d'agir à une profondeur déterminée, variable avec les conditions; c'est ce que j'ai démontré par le moyen de la méthode photographique.

Mon manuel opératoire *(Mat. VII)* est le suivant: Je porte une feuille de papier sensibilisé au chlorure d'argent, en la protégeant contre la lumière, jusqu'au point du lac où je veux expérimenter; là j'attends la nuit; je place alors la feuille sensibilisée dans un appareil convenable, que je descends dans le lac, et que je laisse reposer sur le fond à une profondeur que je mesure. Une bouée me permet de le retrouver plus tard, et je vais le relever, de nuit aussi, après une ou plusieurs fois 24 heures d'exposition dans le lac. L'appareil est disposé de telle sorte que le papier sensibilisé est soumis à l'action de la lumière sur une moitié seulement, qui n'est couverte que par une lame de verre transparent, tandis que l'autre moitié est masquée par un écran opaque, et reste non-impressionnée. Si les rayons solaires ont agi, le papier est coloré en brun dans la moitié non-protégée, et il est d'autant plus coloré que l'action actinique a été plus énergique. Je fixe alors l'épreuve avec l'hyposulfite de sodium, et je la conserve pour la comparer à loisir avec d'autres épreuves prises dans d'autres conditions, ou avec une échelle de tons.

Voici les résultats des expériences que j'ai faites par cette méthode en 1873 et 1874; l'effet photographique est indiqué par les numéros d'une échelle allant de 0 pour l'effet nul, à 100 pour l'effet maximal, chaque numéro de l'échelle correspondant à l'effet produit par l'exposition à l'air, en plein soleil de juillet, pendant 5 secondes de temps.

Été			Hiver		
Date	Profondeur	Effet photographique	Date	Profondeur	Effet photographique
23 juillet 1873	2 m.	100	22 décembre 1873	40 m.	5
30 juin »	27	1.5	23 » »	50	7
11 juillet »	40	1	23 février 1874	50	20
21 juillet »	50	0	20 janvier »	68	0.6
25 juin »	60	0	15 février »	80	0.4
			8 mars »	93	0.2

Si j'appelle *limite d'obscurité absolue* la profondeur à laquelle les rayons solaires, agissant pendant un jour au moins, cessent d'impressionner le chlorure d'argent, cette limite sera d'après ces expériences, approximativement à:

45 m. de profondeur pendant l'été (1).
100 » » » » l'hiver.

Il y a donc pour l'action chimique, aussi bien que pour l'action lumineuse des rayons solaires, une absorption énergique par l'eau des lacs, et on peut admettre que, dans la région très-profonde des lacs, il règne au point de vue actinique une obscurité absolue, une atténuation complète de l'action chimique de la lumière. Quant aux variations de la limite de cette obscurité absolue, qui est plus profonde en hiver qu'en été, je dois les attribuer à la même cause que les variations de la lumière, essentiellement à la plus grande abondance des poussières organiques en suspension dans l'eau, qui, pendant l'été, forment, surtout dans les couches supérieures du lac, de véritables nuages, arrêtant ou absorbant les rayons lumineux.

---

(1) Mon ami, le Dr. Asper de Zurich a, le 3 août 1881, répété ces expériences photographiques dans le lac de Zurich (c). Il a plongé pendant 24 heures, à des profondeurs de 40 et 90 m. des plaques photographiques d'émulsion au bromure d'argent. Ces plaques, même les plus profondes, à 90 m., ont été fortement impressionnées. De nouvelles expériences faites par le même auteur dans le lac de Walenstadt jusqu'à 140 m. de profondeur ont donné le même résultat (iv). Cela démontre la pénétration des rayons actiniques à une profondeur beaucoup plus grande que celle indiquée par mes expériences. Cela était du reste à prévoir, étant connue la sensibilité prodigieuse de ces plaques. Je n'ai pas répété ces expériences, car, réflexion faite, je préfère encore la méthode des papiers au chlorure d'argent. Les plaques d'émulsion au bromure d'argent sont trop sensibles; j'ai constaté qu'elles sont affectées par une minute d'exposition à la lumière des étoiles. Puis, l'effet photographique sur deux plaques différentes est difficilement comparable, en raison de la manœuvre intermédiaire du développement, dont il est impossible de régler l'action d'une manière absolue.

De nouvelles expériences faites sur le lac Léman par le prof. H. Fol de Genève, pendant l'été de 1884, confirment les recherches d'Asper; elles montrent, par l'emploi des plaques au bromure d'argent, une pénétration beaucoup plus profonde de la lumière que celle que m'avait donnée l'emploi des papiers au chlorure d'argent. Des plaques descendues à 170 m. ont été impressionnées par la lumière (cxl).

On sait que l'intensité maximale de l'action chimique dans les diverses parties du spectre est différente suivant la substance exposée aux rayons lumineux; on sait, par exemple, que les sels d'argent sont affectés au maximum dans le violet, et l'ultra-violet du spectre (E. Becquerel), tandis que la chlorophylle végète le plus activement dans le rouge, l'orange et le jaune, qu'elle végète faiblement dans le bleu, et peu ou pas du tout dans le vert (Th. W. Engelmann). Il n'y a donc pas moyen d'appliquer à une substance sensible quelconque, à la chlorophylle par exemple, les chiffres absolus obtenus par l'expérience avec le chlorure d'argent pour la limite de l'obscurité actinique. S'il est permis de conclure par analogie, il est probable que, dans l'eau bleue ou verte de nos lacs, cette limite sera moins profonde pour la chlorophylle que pour les sels d'argent.

§ V. Composition chimique de l'eau.

Lac Léman. Nous possédons un certain nombre d'analyses de l'eau du lac Léman. Voici celles qui sont à ma connaissance :

1° Analyses de Tingry (1) faites sur de l'eau puisée à Genève le 1er février et le 5 août 1808 (XIII).

2° Analyse de Ste-Claire Deville, faite sur de l'eau puisée près de la machine hydraulique de Genève, le 30 avril 1846 (XIV).

3° Analyse de L. Michaud. Eau du lac prise en dehors du port de Genève, le 25 février 1854 (XV).

(1) Voici les chiffres originaux de Tingry. Ils sont en général reproduits d'une manière incomplète ou erronée :

Dans 50 livres, poids de marc.

	1er février	5 août
Température de l'eau, échelle commune . . .	11°	18°
Température de l'air extérieur	7	16.6°
Gaz dénué de gaz acide carbonique	16.5 pouces	19.5 pouces
Partie extractive, résineuse	3.5 grains	3 grains
Carbonate de chaux	28 „	37.5 „
Carbonate de magnésie	3 „	3.5 „
Muriate de magnésie	3.5 „	4.5 „
Sulfate de chaux	19 „	13.5 „
Sulfate de magnésie	16 „	16 „
Argile siliceuse	1 „	0.5 „
Total des produits sans les gaz :		
de 50 livres d'eau	1 gros 2 grains	1 gros 6.5 grains
de 2 „ „	2 grains	3 grains

4° Analyse du professeur G. Ville (1), date inconnue, avant 1870 (XVI).

5° Analyse E. Risler et J. Walter. Eau recueillie le 18 septembre 1872 devant Nyon en plein lac (XVII).

6° Analyses Lossier (XVIII) au nombre de quatre, à savoir:

No. I. Eau prise à la machine hydraulique de Genève, le 30 janvier 1878.

No. II. Eau prise à la jetée du port de Genève, le 21 avril de la même année.

No. III. Eau prise au même endroit le 31 mai.

No. IV. Eau prise à la machine hydraulique le même jour.

7° Enfin j'indiquerai une analyse faite par le Dr. R. Brandenbourg, à Lausanne, sur de l'eau puisée dans le lac, devant Ouchy par 250 m. de profondeur, le 26 juillet 1877, (*Mat. XLIV)*; je reviendrai plus loin sur cette analyse.

Ces travaux sont assez concordants dans leurs résultats généraux. Voici le résidu fixe pour un litre d'eau de ces diverses analyses, et de quelques autres, dont je n'ai que la somme totale.

Résidu fixe de l'eau du Léman, par litre,

Tingry	1 février 1808	160.4 mllgr.
»	5 août 1808	170.1 »
Ste-Cl. Deville . . .	30 avril 1846	182.0 »
L. Michaud	25 février 1854	182.7 »
id. (XIX)	date inconnue	176 »
G. Ville	date inconnue	186.4 »
Risler et Walter . . .	18 septembre 1872	170.0 »

(1) Voici les chiffres de cette analyse que je crois inédite:

	pour dix litres d'eau	
Acide carbonique des bicarbonates	94	milligrammes
„ „ des carbonates neutres . .	341	„
Chlore	24	„
Acide sulfurique	390	„
Acide nitrique	140	„
Silice	34	„
Alumine et Oxyde de fer	36	„
Chaux	638	„
Magnésie	107	„
Potasse	28	„
Soude	12	„
Ammoniaque	2	„
Azote des matières organiques	2	„
total	1848	milligrammes
Résidu obtenu par évaporation	1864	„

Lossier	I. . . .	30 janvier	1878	168.8 mllgr.
id.	II. . . .	21 avril	»	167.6 »
id.	III. . . .	31 mai	»	179.7 »
id.	IV. . . .	»	»	183.7 »
L. Michaud	(xx) . . .	mars	1884	174.5 »
id.	(xx) . . .	»	»	176.0 »

La somme des résidus fixes varie de 160 à 186 milligrammes par litre ; elle est en moyenne de 175.2 mllgr.

Les différences qui séparent ces diverses analyses, au point de vue du résidu total, ne sont pas très-considérables, étant donnée la différence des époques et des méthodes diverses. Elles ne dépassent guère celles que nous constatons dans les quatre analyses faites par le même chimiste, M. Lossier, dans les diverses saisons d'une même année ; les chiffres extrêmes qu'il a trouvés sont 168.8 et 183.7 milligrammes par litre.

Quelle est la composition exacte des eaux du lac ? Peut-on de ces analyses tirer des conclusions sur la constance ou variabilité de la composition chimique du lac ? Pour répondre à ces questions, j'ai réclamé l'aide de mon cousin, M. Sylvestre Forel, chimiste à Mulhouse, et je l'ai prié de réduire ces diverses analyses à un même type, permettant une comparaison. Voici le résultat de son travail :

Il laisse de côté les analyses Tingry, Michaud et Ville, qu'il n'a pas pu ramener au type général adopté par lui. Il accepte comme comparable aux autres l'analyse Brandenbourg, dont nous parlerons plus loin. Il écarte pour obtenir ses moyennes définitives les chiffres marqués d'un astérisque qui s'éloignent trop de la moyenne des analyses. Il estime les plus sûres les analyses de Lossier et celle de Brandenbourg.

Le tableau donne les poids en milligrammes par litre d'eau.

Milligrammes par litre	Tingry		St-Cl. Deville	Ls. Michaud	Ville	Risler Walter	Lossier				Brandenbourg	Moyenne S. Forel
	I	II					I	II	III	IV		
Chlor. de Sod. et Pot.	* 3.0	* 3.0	2.1	* 2.5	* 4.9	1.2	2.3	1.8	1.7	1.9	1.7	1.8
Sulfate de Sodium	—	—	14.1	* 4.2	* 2.0	14.0	13.7	4.8	21.6	24.7	11.8	15.0
Sulf. d'Ammoniaque	—	—	—	—	* 0.5	—	traces	—	—	traces	—	traces
Chlor. de Calcium	* 9.0	* 9.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nitrate de Calcium	—	—	* 6.9	* 16.2	* 21.2	—	0.5	2.4	0.7	0.4	—	1.0
Sulfate de Calcium	* 83.8	* 68.8	47.4	* 69.2	* 63.9	45.7	51.2	59.4	42.4	41.7	47.2	47.9
Carbonate de Calc.	* 16.6	* 44.6	74.7	* 16.4	* 54.1	74.4	66.1	64.1	83.8	84.8	69.7	73.9
Carbon. de Magnés.	* 38.8	* 37.8	9.1	* 5.5	* 22.5	9.9	19.7	22.5	23.4	22.7	11.9	17.0
Silice	—	—	* 23.8	* 23.8	* 3.4	1.6	4.0	3.9	1.8	2.2	8.5	3.7
Alumine, ox. de Fer	—	—	3.9	* 3.8	* 3.6	1.1	—	—	—	—	0.8	1.9
Mat. organ., pertes	—	—	—	* 0.2	—	* 0.8	14.9	14.5	7.5	8.7	13.8	11.9
Total	*148.3	*161.7	182.0	*141.8	*178.1	148.7	172.4	173.4	182.5	187.1	165.4	174.1

Les différences assez importantes qui séparent ces diverses analyses peuvent tenir :

a) à des erreurs d'analyse, ou à des différences de méthode.

b) à des circonstances locales, suivant la localité et l'époque où les eaux ont été puisées.

c) à des variations dans la composition de l'eau du lac.

La masse du lac est tellement considérable que les variations annuelles et accidentelles doivent être bien faibles. Etant donné un cube de 70 mille millions de mètres cubes, comme celui que j'attribue au Léman, chaque milligramme par litre, en plus ou en moins dans les matières dissoutes, représenterait une différence de 70000 tonnes de 1000 kilogrammes dans la masse totale de ces matières, dans l'ensemble du lac. Il est évident que la prédominance accidentelle de l'un ou de l'autre affluent, dont l'eau, par suite de la composition minéralogique du bassin de réception, est chargé de plus ou de moins de tel élément chimique, doit déterminer des changements dans la composition des eaux du lac. Mais ces changements doivent être si faibles, qu'on peut admettre que l'eau du Léman est dans un état de fixité dans sa composition chimique. C'est ce qu'ont très-bien montré les analyses du professeur W. Weith, de Zurich (XXI), qui a fait entrer le lac Léman dans une série d'études sur la composition chimique des eaux de la Suisse. Il détermine la quantité d'acide nécessaire pour décolorer une solution alcoolique d'alizarine ; par un calcul fort simple (1) il en conclut à la quantité d'acide carbonique lié, ou à la quantité de carbonate de calcium, que contient l'eau.

Il a répété ces expériences en octobre 1879, au milieu du lac Léman entre Montreux et Bouveret, dans le port de Montreux, à 60 m. en avant du château de Chillon, dans le port de Genève et enfin dans le Rhône à Genève, puis en mars 1880 à 60 m. en avant de Villeneuve, et enfin devant Montreux. Partout il a trouvé la même composition de l'eau qui contenait :

Acide carbonique lié	38.1	milligrammes par litre.
Carbonate de calcium	86.5	» » »

Dans un seul cas il a trouvé une proportion différente c'est dans le port de Villeneuve, où il a constaté :

Acide carbonique lié	49.5	milligrammes par litre.
Carbonate de calcium	111.5	» » »

Mais Weith attribue cette différence aux eaux du torrent de la Tinière, très--riches en carbonates, qui se mélangent aux eaux du lac près de la station. Les eaux de la Tinière contiennent 150 milligrammes de carbonate de calcium par litre.

---

(1) Une proportion de $^1/_{100}$ de solution d'acide chlorhydrique à 0.36 pour mille décolore l'alizarine, dans une eau qui contient par litre 0,5 milligrammes de carbonate de calcium, ou 0.22 milligr. d'acide carbonique lié (W. Weith).

Cette constance de la composition chimique des eaux d'un lac est aussi bien démontrée par une série de 24 analyses faites par Weith sur les eaux du lac de Zurich (xxi), dans tous les mois de l'année 1879 à 1880. La proportion de carbonate est restée d'une constance remarquable, les extrêmes dans la quantité de carbonate de calcium étant:

Maximum	124.5	milligrammes par litre
Minimum	116.0	» » »

En opposition à cette constance de l'eau des lacs, il a observé dans les rivières les plus grandes variations dans la composition de l'eau, à différentes saisons. En voici quelques exemples, basés toujours sur la proportion de carbonate de calcium.

Rhin des Grisons	14 août	60.5	millgr.	par	litre.
»	14 novembre	98.0	»	»	»
»	2 janvier	108.0	»	»	»
»	12 avril	130.0	»	»	»
Rhône à Massongex	8 octobre	68.0	»	»	»
»	9 février	103.0	»	»	»

Quelques exemples montreront aussi la différence de composition des divers affluents d'une même rivière. Je les choisis parmi les analyses de Weith, dans celles du Rhône et de ses affluents, tous étudiés en octobre 1879.

Rhône	Bouveret	72.5	mllgr. de $CaCO^3$	par	litre.
Avençon	Bex	116.0	»	»	»
Salanfe	Vernayaz	70.5	»	»	»
Trient	id.	45.5	»	»	»
Tinière	Villeneuve	150.0	»	»	»

Une autre démonstration de la constance de la composition chimique des eaux lacustres peut se tirer des comparaisons faites par W. Weith des résultats analogues des eaux du lac de Zurich, avec des analyses plus anciennes (xxi). Il nous offre les chiffres des analyses de Moldenhauer, janvier 1857, Wislicenus et Meister, 1866 et 1867, les siennes enfin, 1879 et 1880.

Les analyses de 1857 ont été faites sur de l'eau puisée sous la glace; elles ont donné 54.1 milligr. par litre d'acide carbonique combiné. Si l'on prend dans les analyses de Weith celles qui ont été faites dans les mêmes conditions, lorsque le lac était gelé, on les voit varier entre les extrêmes de 54.1 à 54.6 milligr. par litre. C'est presque identique.

Les analyses de 1866 ont donné pour l'acide carbonique libre 0.91 à 1.85 c/m^3. par litre, soit en moyenne 2.5 milligr.

la quantité totale d'acide carbonique	109.4 milligr.
et la quantité d'acide carbonique à l'état de bicarbonates	53.2 »

Les analyses de 1879 sont arrivées pour cette dernière quantité presqu'au même chiffre 52.8 milligrammes.

En somme de 1857 à 1880 les eaux du lac de Zurich n'ont pas varié.

Dans cet ordre de recherches sur la constance de la composition de l'eau d'un lac je puis encore citer les chiffres qu'a trouvés le Dr. O. Meister de Thalweil sur l'eau du lac de Zurich (xxxvi).

		Dureté de l'eau échelle française	Résidu fixe en milligrammes par litre	
			après dessiccation	après calcination
14 juin 1876	hautes eaux	—	150.4	—
juin 1877		11°	—	—
29 novemb. 1877		12°	—	—
janvier 1878	basses eaux	12°	—	124
28 mai 1878	hautes eaux	—	—	117.2
6 juin 1878	inondation	—	156	122
30 janvier 1882	très-bass. eaux	11°	156	128

Je conclus de ces recherches que l'eau d'un grand lac est dans un état de fixité presque complète au point de vue de la composition chimique.

Matières organiques. La recherche des matières organiques dissoutes dans l'eau du Léman a donné lieu à plusieurs séries d'analyses faites par la méthode de Kübel, soit la décoloration du permanganate de potasse par les matières organiques dissoutes dans l'eau. (Voyez pour les séries connues la note (1), à la page suivante.)

Je donne celles de ces analyses qui se rapportent aux eaux puisées dans le lac ou le port de Genève, en les énumérant par ordre de date, dans le courant de l'année. La quantité de matières est indiquée en milligrammes par litre, en admettant que le permanganate a décoloré un poids quintuple de matières organiques.

			mllgr.				mllgr.
30 janvier	1877	Lossier	14.9	21 mai	1882	Marignac	6.30
mars	1884	Michaud	5.9	26 »	»	Hahn	7.6
»	»	»	6.1	31 »	1877	Lossier	7.5
6 avril	1882	Marignac	6.95	24 juin	1881	Graebe	15.1
11 »	»	»	7.60	28 »	»	»	7.2
13 »	»	»	8.20	10 juillet	»	»	11.2
16 »	»	»	7.62	21 »	»	»	23.9
18 »	»	»	6.30	29 septemb.	»	»	16.2
21 »	»	»	5.70	30 »	»	»	10.0
21 »	1877	Lossier	14.5	10 octobre	»	»	6.4
23 »	1882	Marignac	6.95	12 décembre	»	»	5.6
2 mai	»	»	8.85	25 »	»	Hahn	8.8

En réunissant ces chiffres, on voit qu'en hiver et au printemps, dans les eaux de surface, la quantité de matières organiques est en moyenne de 7.9 milligrammes par litre; qu'en été, elle est en moyenne de 12.9 milligr. par litre d'eau; que la proportion varie ainsi notablement de l'été à l'hiver. Cette variation est intéressante; elle mériterait d'être mieux constatée, afin que l'on pût rechercher si la cause en est dans la plus grande activité de la vie organique pendant l'été, ou bien dans le mélange des eaux profondes, qui arrivent en hiver à la surface par suite des courants de convection thermique (2).

Gaz dissous. Quant aux gaz dissous dans l'eau du Léman, voici les chiffres que nous donnent les analyses d'eau de la surface, exprimés en centimètres cubes par litre. Je les énumère par ordre des températures de l'eau.

	Température	Oxygène	Azote	Ac. carbonique
		c/m³.	c/m³.	c/m³.
Risler et Walter	19.6°	6.80	11.87	2.88
Lossier IV	10.0	5.62	13.67	12.04
» II	9.7	9.50	17.35	9.90
» III	9.5	4.98	13.71	12.52
Ste-Claire Deville	8.7	8.4	18.4	8.0
Lossier I	6.6	10.38	17.16	4.61
Michaud	?	9.0	15.5	9.7

L'eau de la surface est en rapport tellement intime avec l'air que l'on peut la croire saturée. C'est ce qui a lieu en effet. D'après la formule de Bunsen l'eau en contact avec l'air atmosphérique, par une pression de 730 m/m. de mercure (pression moyenne à la surface du Léman) contiendrait à saturation, en centimètres cubes par litre:

---

(1) Je connais les séries suivantes:
Lossier. 6 analyses du 30 janvier au 31 mai 1877 (CI).
C. Graebe et Ph. Guye. 22 analyses du 24 juin au 12 décembre 1881 (CII).
C. Marignac. 18 analyses du 6 avril au 21 mai 1882 (CIII).
C. Hahn. 8 analyses du 25 décembre 1881 au 26 mai 1882 (CIV).
L. Michaud. 2 analyses. 1re quinzaine de mars 1884 (CV).
Voir encore le travail récent de M. Ch. Marignac (CXXXVII).

(2) Dans la séance du 17 avril 1884 de la société de physique et d'hist. nat. de Genève, M. le prof. Ch. Marignac a lu un travail sur les matières organiques contenues dans l'eau du lac Léman (CXXXI, CXXXVII): d'après ces recherches, les variations paraissent en rapport avec la hauteur du lac.
La quantité de matières organiques, révélées par le permanganate de potasse, a varié:

dans les extrêmes	de	2.10	à	9.15	mllgr. par litre
dans les moyennes mensuelles	de	3.55	à	8.35	» » »
la moyenne générale étant				5.55	» » »

	Oxygène	Azote	Acide carbonique
à 5°	7.3	13.6	0.6
à 10°	6.5	12.2	0.5
à 20°	5.7	10.7	0.3

En comparant ces chiffres aux résultats des analyses, je constate que ces dernières indiqueraient un état de saturation et souvent même de sursaturation pour l'oxygène et pour l'azote, et un excès énorme pour l'acide carbonique (1).

Eau des profondeurs. Cette composition de l'eau de surface se maintient-elle dans les profondeurs du lac, ou bien varie-t-elle et de quelle manière?

A priori on peut dire que la composition de l'eau doit peu varier dans un lac, dès la surface vers les profondeurs. En effet, ce que nous savons de la température nous prouve qu'il y a, en hiver, circulation thermique ou convection de la surface jusqu'au fond du lac, que par conséquent la densité de l'eau des grands fonds ne peut être différente de celle de la surface; que, par conséquent aussi, l'eau des grands fonds n'est pas autre chose que de l'eau de surface transportée, mécaniquement ou par convection thermique, au fond de la cuvette du lac. Au point de vue des substances inorganiques dissoutes, la différence ne peut être grande; elle doit être nulle.

Pour ce qui regarde les matières organiques dissoutes, il est possible que l'on y trouve une certaine différence. En effet les faits de convection thermique et mécanique, qui amènent l'eau de la surface dans les grands fonds, n'ont lieu que dans l'automne et l'hiver; par conséquent pendant tout le printemps et l'été, l'eau est immobilisée dans les couches inférieures du lac; d'une autre part, si l'hiver est peu froid, la convection thermique n'agit que sur les couches supérieures, et ne descend pas jusqu'aux plus grands fonds du lac. D'après cela l'eau de la région profonde reste, au moins pendant six mois chaque année, et celle de la région très-profonde souvent pendant une ou plusieurs années, sans rapports avec la surface. Pendant ces périodes de repos, les matières organiques dissoutes dans l'eau demeurent en

(1) Voici quelques chiffres un peu divergents des précédents; je les donne ici à titre de renseignements. Le Dr. Pauly (XCII) recueillit les bulles de gaz qui perlaient sur les pierres et végétaux de la région littorale du lac de Ferchen, et il soumit cette masse gazeuse à l'analyse du Dr. Tappeiner de Munich. Celui-ci constata la proportion suivante:

Azote	834
Oxygène	166
Acide carbonique	traces
	1000

J'avoue ne pas très-bien comprendre ce qu'était ce mélange gazeux. Si c'était le gaz dissous dans l'eau il aurait dû contenir plus d'acide carbonique. Si c'était le gaz excrété par les plantes végétant sous l'eau il aurait dû contenir moins d'azote.

contact avec l'oxygène de l'eau; elles sont oxydées et doivent disparaître. La proportion des matières organiques doit être dans ces conditions plus faible dans les grands fonds qu'à la surface (1).

Quant aux gaz dissous, les mêmes raisonnements, qui nous font considérer l'eau du fond comme étant identique à l'eau de surface, nous font croire que les mêmes gaz doivent s'y trouver, ou à peu près, dans les mêmes proportions. Mais là aussi la proportion de ces gaz doit être modifiée par les phénomènes de combustion des matières organiques dissoutes dans l'eau et par les phénomènes de respiration animale (2). Il doit donc y avoir probablement, relativement à la surface, déficit d'oxygène et excès d'acide carbonique.

Telles sont les probabilités; elles sont vérifiées par les analyses que nous possédons de l'eau des grands fonds du lac.

La première est due au Dr. R. Brandenbourg. Elle a porté sur de l'eau puisée par moi-même, devant Ouchy, le 26 juin 1875. (*Mat. XLIV.)*

Eau du Léman. *250 mètres de profondeur devant Ouchy* (dans un litre d'eau).

SiO_2	8.5 milligr.	SiO_2	8.51 milligr.
Al_2O_3	0.8 »	Fe_2O_3, Al_2O_3	0.75 »
Ca	42.1 »	CaO	58.95 »
Mg	3.4 »	MgO	5.64 »
Na	3.8 »	Na_2O	5.15 »
SO_4	40.4 »	K_2O	0.92 »
Cl	0.8 »	SO_3	33.64 »
CO_3	51.2 »	Cl	0.79 »
NO_3	0 »	CO_2	37.51 »
CO_2 libre	26.6 c/m³	mat. org., pertes	13.8 »
			165.66 milligr.

Comparées avec les chiffres de l'eau de surface, les valeurs trouvées par Brandenbourg pour l'eau des profondeurs ne diffèrent que peu, les différences ne dépassant pas l'incertitude de telles analyses. S. Forel, dans le travail ci-dessus indiqué, a jugé ces analyses parmi les meilleures que nous possédions des eaux du Léman.

Les substances minérales dissoutes sont donc les mêmes, et dans les mêmes proportions, au fond et à la surface.

Les analyses de W. Weith sur l'eau du lac de Zurich confirment cette constance de la composition chimique de l'eau aux diverses profondeurs. Voici les quantités de carbonate de calcium qu'il a trouvées en novembre 1879 (XXI):

---

(1) De là peut être la plus faible proportion des matières organiques dans les eaux d'hiver, qui sont des eaux du fond ramenées à la surface par la convection thermique de l'automne et de l'hiver.

(2) La vie végétale est nulle dans les grands fonds.

Zurich	surface	117.5 milligr. par litre
Herrliberg	20 m. de prof.	117.0 » » »
»	40 »	117.5 » » »

Pour les matières organiques contenues dans les eaux de la profondeur du Léman, nous ne pouvons pas les apprécier, l'analyse Brandenbourg, ni aucune analyse à moi connue, ne les ayant séparées.

Quant aux gaz dissous dans l'eau profonde, nous ne possédions jusqu'à présent qu'une seule analyse. Elle a été faite par M. R. Brandenbourg sur de l'eau puisée le 1er avril 1876 par 200 m. de profondeur, devant Morges (*Mat. XLIV*). Voici les quantités de gaz, en c/m^3 par litre, réduites à 0° et à 760 m/m. de mercure de pression.

Oxygène	2.3 c/m^3 par litre
Azote	7.7 » » »
Acide carbonique	20.6 » » »

La somme des gaz est de 30.6 c/m^3. soit à peu près la même quantité que dans l'eau de surface. La moyenne des analyses Risler, Ste-Cl. Deville et Lossier donne 31.3 c/m^3. Quant aux proportions des gaz voici ces chiffres, comparés aux extrêmes des mêmes analyses.

		O	N	CO_2
Eaux de surface	Maximum	10.4	18.4	12.5
» » »	Minimum	5.0	11.9	2.9
Eaux du fond	(Brandenbourg)	2.3	7.7	20.6

D'après cela dans les eaux de la profondeur il y aurait déficit d'oxygène et d'azote et grand excès d'acide carbonique.

Je dois à l'obligeance du professeur J. Walter, chimiste cantonal à Soleure, communication d'une série très-intéressante d'analyses des gaz contenus dans l'eau du lac à différentes profondeurs (IV). Il l'a extraite, en ma faveur, d'un travail d'ensemble sur la composition chimique des eaux du lac Léman, travail dont la publication ne se fera pas longtemps attendre. Cette série se rapporte à de l'eau que nous avons puisée le 30 novembre 1880, devant Ouchy, à l'aide d'une bouteille de l'invention de M. Walter.

Voici les quantités qu'il a trouvées, exprimées en centimètres cubes de gaz par litre d'eau:

Profondeur	Température	O	N	CO_2	Total
0 m.	9.1°	6.85	14.96	2.85	24.66
60	7.7	7.46	15.74	2.90	26.10
100	5.5	6.78	15.03	6.64	28.45
150	4.9	6.98	14.61	6.22	27.81
200	4.8	7.62	15.88	5.55	29.05
300	4.7	7.08	15.94	5.28	28.30

Ces chiffres venant du même chimiste, calculés par la même méthode, sont parfaitement comparables. Voici les principaux résultats de cette comparaison:

1° La quantité d'oxygène ne varie pas sensiblement dès la surface aux grands fonds.

2° La quantité d'azote est à peu près la même dans toute l'épaisseur du lac.

3° La quantité d'acide carbonique, faible à la surface, atteint son maximum à 100 m., où elle est plus du double de la quantité de la surface; à partir de 100 m., elle décroît régulièrement jusque dans les plus grands fonds.

La faible proportion de l'acide carbonique, dans les échantillons d'eau de la surface et de 60 m., s'explique facilement par des phénomènes de convection; au 30 novembre l'eau de la surface était descendue par convection, ensuite du refroidissement automnal (1), jusqu'à plus de 60 m. de profondeur. L'eau que nous prenions à 60 m. était donc de l'eau qui venait de la surface, où elle avait été en contact avec l'atmosphère et où elle s'était débarrassée de l'excès de son acide carbonique. Quant à la diminution de la quantité d'acide carbonique, à partir du maximum à 100 m. jusqu'aux plus grands fonds, je suis disposé à l'attribuer à la moins grande richesse de la faune profonde dans les très-grands fonds; l'acide carbonique, dû essentiellement à la respiration animale, doit être produit en plus grande abondance là où la faune est la plus nombreuse. Un fait qui parle en faveur de cette interprétation, c'est l'accroissement inverse de la quantité d'oxygène dissous dans l'eau, dans les échantillons de Walter de 100, 150 et 200 m.; malheureusement la démonstration n'est pas complète et cet argument est infirmé par le chiffre de l'oxygène dans la dernière analyse, celle de 300 m., dont la quantité d'oxygène est plus faible, au lieu d'être plus forte que celle de l'échantillon de 200 m.

Quoiqu'il en soit, on voit par ces premiers chiffres le grand intérêt du travail de Walter, et nous attendons avec une légitime impatience la publication de ses résultats entiers, et des nombreuses analyses qu'il a faites dans cet ordre de recherches.

— Pour la composition chimique des eaux des autres lacs suisses, j'ai pu recueillir fort peu de renseignements.

Voici d'abord une série de chiffres comparables entr'eux, déterminés par le professeur W. Weith de Zurich (XXI). Il a recherché la quantité d'acide carbonique dissous dans l'eau, soit sous la forme d'acide carbonique, soit sous la forme de carbonate. Les chiffres sont indiqués en milligrammes par litre. Outre les grands lacs de la plaine, Weith nous donne les mêmes valeurs pour quelques lacs de montagne.

---

(1) Cela est prouvé par l'étude des températures; les sondages thermométriques, que j'ai faits ce jour-là, ont donné à 50 m. comme à 60 m. la même température, 7.7°. Cette uniformité de température ne peut être dûe qu'à des faits de convection automnale.

	Ac. carb.	Carbonates		Altitude	Ac. carb.	Carbonates
Lacs de plaine:			**Lacs de montagne:**			
Lac Majeur	15.6 mllg.	35.5 mllg.	Lac de l'hosp. St-Gothard	2090 m.	0.2 mllg.	0.5 mllg.
» Brienz	29.9	68.0	Lago oscuro »	2090	1.2	3.0
» Léman	38.1	86.5	Silzersée, Engadine	1796	15.2	34.5
» IV-Cantons	38.1	86.5	Silvaplana, »	1794	19.1	43.5
» Thoune	39.6	90.0	Laghetto, San Bernardin	2060	44.0	100.0
» Walenstadt	41.8	95.0	Cauma près Flims	1000	48.6	110.5
» Lugano	47.1	107.0	Arosa supérieur	1740	49.1	111.5
» Constance	52.1	118.5	Aegeri	726	52.8	120.0
» Zurich	52.8	120.0	Heidesée (Lenzerheide)	1493	64.7	147.0
» Zoug	53.9	122.5				
» Neuchâtel	57.6	131.0				
» Bienne	73.3	166.5				
» Morat	98.6	224.0				

Lac de Neuchâtel. M. le prof. Dr. O Billeter de Neuchâtel, a eu l'obligeance de me communiquer les résultats de deux analyses partielles faites sur les eaux de son lac. Elles portent:

a) Eau du 20 novembre 1882, puisée à 1 km. en avant et à 60 m. de profondeur.
b) Eau puisée le 22 novembre 1883 près du bord à 3 m. de profondeur.

	a	b
Résidu d'évaporation à 120 ° . .	165 mllgr.	(?) 250 mllgr. par litre
Résidu de calcination	120 »	144 »
Azotates et azotites	3.5 »	
Ammoniaque	traces	
Sulfates et chlorures	presque 0	
Carbonates terreux CO_3 Ca . . .		113.5 »

L'analyse ci-dessus mentionnée de W. Weith donnait pour les carbonates le chiffre de 131 milligrammes par litre.

Une analyse des eaux du lac de Neuchâtel a donné à Michaud, 281 milligrammes par litre de résidu fixe (XIX).

Un rapport d'experts en 1883, évalue la proportion du carbonate de chaux à 130 milligrammes par litre (1) pour les eaux du lac de Neuchâtel (LXVII).

(1) Ce chiffre est probablement tiré des analyses de Weith.

— Voici l'analyse des eaux du **lac de Zurich** d'après C.-F. Moldenhauer (LXVIII).

Sulfate de potassium	6.3	mllgr. par litre
» de sodium	6.9	»
» de calcium	4.2	»
Chlorure de calcium	1.3	»
Bicarbonate de calcium . . .	141.1	»
» de magnésium . .	32.0	»
Silice	2.9	»
Somme	194.7	mllgr. par litre

D'après quelques notes extraites d'un rapport de M. A. Bürkli-Ziegler, l'eau du lac de Zurich présentait les qualités suivantes, en septembre 1867 (LXIX).

	Surface	12 m. de profondeur
Dureté transitoire	11 à 13	11 à 13
Dureté permanente	5.5 à 6.5	5.5 à 6.5
Résidu fixe (millgr. par litre)	133	146
Parties minérales »	127	142
Subst. organiques dosées par calcination	6	4
» » dosées p. le permanganate de potassium	24	23

— Voici encore l'analyse des eaux du Rhin puisées à Bâle, en automne, par Pagenstecher (LXX). Le Rhin réunissant dans son cours les eaux de l'Aar, de la Reuss et de la Limmat, le fleuve est formé par l'ensemble des eaux de la Suisse, au nord des Alpes, à l'exception de celles qui s'écoulent par le Rhône et l'Inn; c'est en particulier un mélange des eaux de tous les lacs de notre région Subalpine, à l'exception des lacs Savoyards, du Léman, des lacs de l'Engadine et des lacs Insubriens. Notons cependant qu'à ces eaux lacustres se mêlent une notable quantité d'eaux terrestres, venant des rivières, la Sarine, la Thur, etc., qui n'ont traversé aucun lac, venant aussi des ruisseaux qui, au-dessous des lacs, se sont versés dans le fleuve et ses affluents. Ces eaux de rivières doivent présenter les variations de composition qui font défaut aux eaux lacustres, et la composition des eaux du Rhin doit en être influencée.

Quoiqu'il en soit je donne ici les chiffres de l'analyse de Pagenstecher.

Eau du Rhin.

Carbonate de calcium . .	$Ca\,CO_3$	127.9 millg. par litre.	
» de magnésium .	$Mg\,CO_3$	13.5	»
Silice	$Si\,O_2$	2.1	»
Oxyde de fer	$Fe_2\,O_3$	traces	»
Alumine	$Al_2\,O_3$	traces	»
Sulfate de potassium . .	$K_2\,SO_4$	15.4	»
» de magnésium . .	$Mg\,SO_4$	3.9	»
Sulfate de sodium . . .	$Na_2\,SO_4$	1.8	»
Chlorure de sodium . . .	$Na\,Cl$	1.5	»
Matières organiques . .		3.3	»
	Somme	169.4 millg. par litre.	

Pour une somme presque égale de matières dissoutes, ces eaux sont plus carbonatées et moins sulfatées que celles du Léman.

§ VI. Poussières aquatiques.

Outre les substances dissoutes, les eaux du lac contiennent en suspension des poussières dont la quantité varie, comme nous l'avons vu à propos de la transparence à la lumière. Ces poussières sont les unes plus lourdes que l'eau et tendent à tomber au fond, les autres sont plus légères et flottent à la surface.

Poussières légères. Les poussières plus légères que l'eau flottent à la surface. Je signalerai:

a) les débris organiques provenant de la dissociation des corps animaux et végétaux, ayant vécu dans le lac, ou apportés au lac par les affluents ou les vents. Parmi ces derniers je citerai en particulier les pollens de conifères qui au printemps sont amenés en nombre immense dans les lacs par l'eau des affluents, et y forment des accumulations de poussières jaunâtres désignées par les pêcheurs sous le nom de *fleur du lac* (XLVIII).

Les poussières sont souvent réunies ensemble par la couche de corps gras, que j'ai décrite ailleurs sous le nom de *taches d'huile* (XXII). Ces corps gras, dont la pellicule extrêmement mince, $^1/_{200000}$ de millimètre d'épaisseur, suffit à éteindre les rides du vent, réunissent ensemble les poussières flottant à la surface du lac.

b) Outre les poussières organiques plus légères que l'eau, l'on voit parfois flotter à la surface du lac, lorsque le temps est très-calme, des radeaux de poussières minérales, qui sont soutenues (probablement aussi sur une couche de corps gras) par des phénomènes de capillarité. Ils peuvent être entraînés par les courants en plein lac, où ils sombrent sous l'influence de la première vague qui les frappe ; nous les retrouvons au fond du lac.

Poussières lourdes. Les poussières plus lourdes que l'eau et qui tendent à tomber sur le fond sont entr'autres :

a) les poussières minérales, sous forme impalpable, tenues en suspension par l'eau, et apportées dans le lac par les affluents et torrents débordés, par les eaux glaciaires du Rhône et de la Drance.

b) la vase de la rive ou de la beine, soulevée par les vagues.

c) les poussières organiques animales ou végétales, cadavres ou débris de cadavres animaux et végétaux, débris de toute espèce entraînés par les eaux. Cette poussière organique a presque la même densité que l'eau, aussi flotte-t-elle longtemps entre deux eaux ; mais elle s'imbibe progressivement d'eau et finit par sombrer au fond du lac.

— Voici la composition du résidu de filtration de quelques litres d'eau puisés devant Morges, le 26 septembre 1869, par un temps calme ; le trouble de l'eau était tel que la limite de visibilité était à 1.2 m. Ce résidu était composé de :

a) poussières amorphes, vase ;
b) algues, diatomées, vivantes et mortes ;
c) débris de végétaux, épidermes, fibres ;
d) infusoires et entomostracés vivants (en très-petit nombre) ;
e) débris d'animaux, peau chitineuse de larves d'insectes, carapaces d'entomostracés ;
f) produits de l'industrie humaine, débris de fil, etc.

Les poussières aquatiques, inorganiques et organiques, tombent sans cesse au fond du lac, où elles forment l'alluvion lacustre ; l'eau des grands fonds doit être, en été surtout, traversée incessamment par ces corps étrangers qui descendent en se balançant, avec des vitesses inégales ; ce doit être un spectacle analogue à celui que nous aurions dans notre atmosphère, si des nuages superposés versaient simultanément sur nous des grains de grêle, de grésil, et des flocons de neige.

§ VII. Le relief du fond des lacs.

Le relief des régions inondées est beaucoup plus simple que celui des régions exondées. Les faits d'érosion, qui accentuent le relief de la terre ferme, sont réduits à rien dans le domaine des eaux dormantes ; les faits d'alluvion agissent seuls, et remplissant toutes les dépressions, suppriment les inégalités. Sauf quelques accidents dûs à la charpente originale et qui n'ont pas encore été comblés, la cuvette d'un lac a une structure très-régulière. Tout lac est en général formé de trois parties distinctes.

a) Le *littoral*, ou région des côtes, constituant les bords du bassin.
b) Le *talus*, les flancs, ou parois inclinées.
c) Le *fond* du lac.

Le **littoral** a un relief assez compliqué, diversifié par les caps orographiques et les deltas d'alluvion, qui s'avancent dans le lac et séparent les golfes d'érosion ou les fjords (XXIII). Dans toutes les parties où l'érosion des vagues agit efficacement, le littoral présente des traits caractéristiques que j'ai étudiés dans un mémoire spécial (VI). Quoique cette région n'intéresse qu'indirectement la faune profonde, je suis obligé d'en dire ici quelques mots.

L'alluvion apportée dans le lac par les torrents et celle qui est enlevée à la rive par les vagues, est emportée dans le lac jusqu'à la limite d'action des vagues, et là, elle se dépose en formant un talus distinct à strates inclinées, qui s'avance progressivement dans le lac. C'est ce qu'on appelle le *mont*, qui borde en avant la *beine* (1).

Le talus du mont a généralement l'inclinaison maximale des dépôts meubles, et il est en état d'équilibre instable. Aussi lorsque une nouvelle surcharge presse sur son bord supérieur, il se produit un glissement de terrain, et une bande plus ou moins large et plus ou moins épaisse descend subitement dans les profondeurs. Les pêcheurs ont souvent assisté (à St-Prex, à Ouchy, p. ex.) à ces effondrements qui se trahissent par une violente agitation de la surface, et par de brusques dégagements des gaz enfermés dans le sol; l'eau se trouble, se charge de débris organiques, qui viennent flotter à la surface. Quand l'eau est redevenue claire, les pêcheurs peuvent constater la solution de continuité, sur le bord du mont, dont un morceau est descendu dans les profondeurs. Nous aurons à invoquer ce phénomène lorsque nous chercherons les moyens de transport des animaux, dès le littoral dans les régions profondes du lac.

Le **talus** du lac est plus ou moins incliné suivant la nature des terrains qui forment la charpente du bassin ; même aux points où la pente est la plus forte il est loin d'être vertical. Ainsi la partie la plus inclinée que je connaisse est celle qui s'étend devant le Nase (2) du lac de Thoune; la pente y a 200 m. de hauteur sur une distance horizontale de 130 m. soit une pente de 155 pour cent (XXIV). A l'ouest de Quinten, au lac de Walenstadt, on trouve une profondeur de 143 m. à 100 m. du rivage (XXIV) ; le talus rocheux a, en ce point-là, une pente de 143 pour cent. Devant le château de Chillon, au lac Léman, où il y a quelques parois rocheuses, la pente générale qui amène le lac à 80 m. de profondeur descend de 100 pour cent (XXV). Devant Rivaz, au pied des monts de Chexbres et devant le Leucon, entre Meillerie et St-Gingolph, à 500 m. du rivage, la sonde descend à 245 m. de profondeur, ce qui représente une pente de 50 pour cent (XXIV).

L'inclinaison du talus est souvent peu considérable et s'arrête aux pentes de 5, 10, ou 20 pour cent.

---

(1) L'on appelle sur le lac Léman *beine* la partie horizontale du littoral, recouverte par 2 à 4 ou 6 mètres d'eau qui s'étend entre la grève et le mont.

On appelle *mont* le talus naturel d'éboulement qui borde en avant la beine et qui va se continuer plus profondément avec le plus grand talus général du lac.

(2) Contrefort du Beatenberg entre Merligen et Neuhaus.

Quant au **fond du lac** il est le plus souvent formé par une plaine parfaitement plane et unie, sans inégalités ou dépressions. Le relief a été égalisé par les glaciers de l'époque glaciaire, qui ont supprimé les saillies, et les dépressions ont été comblées par l'alluvion. Rien n'est plus uniforme que la plaine monotone du fond de nos lacs.

Cette plaine est en général parfaitement horizontale dans une section transversale du lac ; elle s'incline en pente douce dès les extrémités du lac vers la région médiane, où est ordinairement le maximum de profondeur.

Je donnerai comme exemple de la forme d'un lac régulier les profils en long et en travers du lac de Walenstadt, d'après la feuille 250 de l'atlas Siegfried. (Fig. 3 et 4).

Fig. 3. **Profil en long du lac de Walenstadt.**

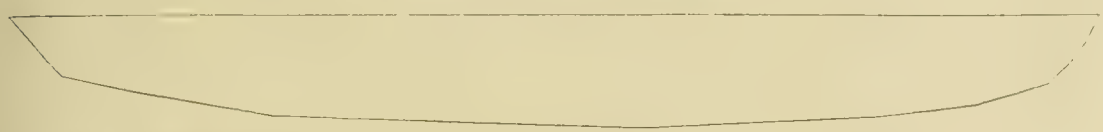


Fig. 4. **Profil en travers du lac de Walenstadt.**

L'échelle des distances horizontales est de 1 : 100,000,
celle des profondeurs de 1 : 10,000.

Voici une description rapide de la forme générale des grands lacs suisses, de ceux du moins dont j'ai pu me procurer la carte hydrographique.

Lac Léman. D'après les cartes de H. de la Bêche (XXVI), de E. Pictet (XXVII) et de l'atlas Siegfried (XXIV), ce bassin est divisé en deux parties fort distinctes (XXVIII) ; le *Grand-lac* forme la masse principale du lac, dès son origine aux bouches du Rhône jusqu'au détroit d'Yvoire; c'est une grande cuvette, à talus fort inclinés dans la partie orientale, à talus beaucoup moins raides dans la partie occidentale. Ces talus aboutissent à la grande plaine du fond qui mesure 60 m. à chaque extrémité, et qui s'affaisse par une pente douce de 1 pour cent environ jusqu'à la plaine de plus grande profondeur, grande plaine horizontale de 315 m. de fond, située entre Ouchy et Evian ; deux entonnoirs au milieu de cette plaine descendent jusqu'à 324 et 334 m. de profondeur.

Le *Petit-lac* est séparé du Grand-lac par le détroit peu rétréci d'Yvoire ; sur ce détroit, le fond se relève en formant une barre de 60 m. seulement de profondeur, puis il s'enfonce dans une cuvette profonde environ de 75 m. devant Nyon. Un second seuil entre Coppet et Hermance, un troisième entre Genthod et Bellerive, séparent des cuvettes de moins en moins profondes, qui mesurent 70 et 50 m. Une dernière partie entre Genthod et le Banc du Travers de Genève ne forme pas cuvette, mais s'élève en pente douce, de 48 à 5 m. de profondeur, avec une inclinaison de 0.8 pour cent.

Le **lac de Morat** (XXIV) a des talus peu inclinés. Au point de plus forte pente, devant Guévaux, l'inclinaison ne dépasse pas 8 pour cent. Le détail le plus intéressant du relief de ce lac est l'existence, sur la ligne médiane du fond, d'une crête parallèle à la longueur du lac et qui se dirige depuis la rive S W jusqu'à la moitié de la longueur du lac. Cette arête de 10 m. environ de hauteur est relativement assez étroite. Nous allons retrouver des faits analogues dans les lacs de Neuchâtel et de Bienne. La plaine du fond du lac de Morat n'a guère que 40 à 45 m. de profondeur ; la profondeur maximale est de 48 m.

Le **lac de Neuchâtel** (XXIX) est remarquable à plusieurs points de vue. La beine, appelée par les riverains *blanc-fond*, est en général très-large ; elle mesurait avant l'abaissement des eaux du lac jusqu'à 1 1/2 km. de largeur sur la rive S E devant Estavayer, Yvonand et Chevroux ; elle dépassait 1.5 km. à l'extrémité S W du lac près d'Yverdon et 4 km. à l'extrémité N E du côté du lac de Bienne.

Les talus du lac sont le plus inclinés sur la rive N W du côté du Jura ; le point de plus grande pente, devant la pointe de Bevaix, a une inclinaison de 20 pour cent.

Le fond du lac est relativement assez compliqué par l'existence d'une colline sous-lacustre, parallèle au grand axe du lac, qu'on appelle *la Montagne* ou *la Motte* ; elle commence à être saillante entre Estavayer et St-Aubin, atteint son maximum de hauteur devant la pointe de la Reuse, et cesse fort brusquement entre Auvernier et Port-Alban ; elle mesure ainsi environ 10 km. de longueur. Son sommet était recouvert par 10 m. d'eau dans l'ancien régime du lac. Aux eaux moyennes actuelles il ne doit plus y avoir que 8.5 m. de profondeur d'eau.

Le lac est séparé par la Motte en deux bassins: le bassin Neuchâtelois, le plus profond, atteint 153 m. devant la pointe de Bevaix (XXIV) ; le bassin Fribourgeois va en s'approfondissant d'Estavayer à Port-Alban, sa profondeur varie entre 65 et 120 m. Devant Neuchâtel, les deux bassins sont réunis en une seule cuvette, qui mesure environ 130 m. de profondeur.

Lac de Bienne (XXIV). L'île St-Pierre et la petite île des Lapins, autrefois isolées au milieu des flots, sont depuis l'abaissement des eaux du lac, vers 1878, reliées à la terre du côté de Cerlier par une presqu'île qui divise le lac en deux bras. Le lac forme ainsi un Y majuscule, dont la partie commune, du côté du NE, mesure environ 75 à 80 m. de fond. Le bras S W ou bras de Neuveville, celui dans laquelle se jette la Thièle, va en s'approfondissant graduellement jusqu'à 50 m. devant Gleresse ; le bras S E ou bras de Locras forme une cuvette, dont la profondeur est de 60 m. environ.

Les talus sont assez inclinés et ils atteignent en plusieurs points une pente de 20 pour cent.

Lac de Brienz (XXIV). C'est le type d'un lac absolument régulier. Sur sa longueur de 14 km., il présente, dans sa partie médiane, un plancher horizontal de 7.5 km. de long, sur 1 à 2 km. de large, dont la profondeur uniforme est partout supérieure à 235 m., et qui atteint 261 m. au point de plus grande profondeur.

Les talus sont très-fortement inclinés sur les côtés latéraux; aux deux extrémités leur pente régulière est de 8 pour cent environ. Il n'y a aucune irrégularité, aucun accident à noter dans ce lac parfaitement symétriquement bâti.

Lac de Thoune (xxiv). La cuvette est très-régulière. Les talus latéraux sont fort inclinés; son plancher est à la profondeur de 200 m., sa profondeur maximale de 217 m. La pente des talus du lac dans le sens longitudinal, n'est que de 3 pour cent, du côté du N W; elle est plus forte du côté de l'Est, où par places, elle atteint 30 pour cent. Il n'y a du reste aucune inégalité à signaler dans ce lac, dont le bassin est plus régulier encore que ses contours extérieurs.

Lac des IV-Cantons. Une série de sondages a été faite en 1878 par le prof. A. Heim, de Zurich, dans le lac d'Uri, de Flüelen à Brunnen (xxx).

Des sondages méthodiques pour l'établissement de la carte hydrographique de l'ensemble du lac ont été exécutés en 1884 par l'ingénieur Hörnlimann, du bureau topographique fédéral; grâce à l'obligeance du colonel Lochmann, chef de ce bureau, j'ai eu communication de l'avant-projet de cette carte, dont j'extrais les faits suivants:

Partout dans ce lac les talus sont très-inclinés, et le fond presque horizontal; quelques seuils le séparent en bassins successifs; en trois ou quatre points, des hauts fonds sous-lacustres s'élèvent au milieu de la plaine horizontale, les restes probablement d'anciens glissements de terrain.

De Flüelen à Brunnen est un premier bassin à fond très-plat, qui descend jusqu'à 187 m. devant la Tellsplatte, et à 200 m. devant le Grütli.

Un seuil de 95 m. de profondeur, devant la delta de la Muotta sépare le lac d'Uri du second bassin, qui s'étend de Brunnen à Buochs et qu'on peut appeler le lac de Gersau. Ce bassin, le bassin principal du lac, atteint sa plus grande profondeur devant Beckenried par 214 m.; c'est la profondeur maximale du lac. Un haut-fond, espèce d'île sous-lacustre dont le sommet n'est recouvert que par 43 m. d'eau, s'élève entre Kindlismord et Schwybogen; il forme une sorte de seuil qui limite un petit bassin secondaire, dans la direction de Brunnen, dont la profondeur n'est que de 123 m.

Le lac de Gersau, est séparé de la partie occidentale, en forme de croix, par le détroit des Nases; le seuil qui sépare ces deux bassins est surmonté d'une île sous-lacustre dont le sommet n'a que 37 m. de profondeur; elle est située assez notablement au nord du détroit des Nases, à peu près devant Vitznau.

Des quatre bras de la croix, le plus profond est le bassin de Weggis qui descend jusqu'à 151 m. A l'entrecroisement des quatre bras, dans le Trichter, vis-à-vis de St-Niclausen, on trouve une profondeur de 112 m.; un haut-fond, avec 80 m. d'eau, occupe le centre du Trichter.

Le bras de Küssnacht présente deux seuils, l'un près de Meggerkappel à 65 m., le second, devant Burgeck, 42 m.; les cuvettes séparées par ces seuils mesurent 70 m. devant Meggen, et 52 m. devant Bischoffswyl.

Le bras de Lucerne est peu profond, au plus 55 m. Celui de Stanzstad mesure 105 m. devant Kersiten et 73 m. devant Hergiswyl. Devant Stanzstad un haut-fond a sur son sommet une profondeur de 57 m.

Le lac d'Alpnach a une profondeur maximale de 35 m.; il est séparé du grand-lac par un seuil de quelques mètres seulement de profondeur sur lequel est établi le pont de Stanzstad.

Le **lac de Walenstadt,** d'après la feuille 250 de l'atlas Siegfried, a un bassin parfaitement régulier, ses talus extrêmement inclinés sur les deux rives nord et sud, ont une pente plus douce aux deux extrémités du lac. La grande plaine du fond, limitée par la courbe horizontale de 280 m., a une profondeur de 143 m., sur une surface de plus de 7.2 km. qui représente à peu près le tiers de la superficie du lac. Le point de plus grande profondeur, entre Quinten et Murg, mesure 151 m.

Le **lac de Zurich** (XXXII) est divisé en deux bassins par la presqu'île de Hurden, sur laquelle s'appuie le pont de Rapperschwyl. Le *lac supérieur* atteint une profondeur de 50 m. devant Bollingen. Le *lac inférieur* ou *lac de Zurich proprement dit* forme dans sa partie orientale une cuvette très-peu profonde qui atteint seulement 28 m. devant Richterschwyl. A partir d'une barre de quelques mètres seulement de saillie, étendue entre Wädenschwyl et Männedorf, commence le grand bassin du lac, à formes régulières et peu accidentées, à talus moyennement inclinés qui descend jusqu'à 143 m. de profondeur entre Herrliberg et Oberrieden; au-delà il se relève lentement jusqu'à l'extrémité terminale du lac, du côté de Zurich.

Le **lac de Constance** (XXXIII) est de tous les lacs Subalpins celui dont le relief est le plus accidenté; ses talus sont assez fortement inclinés sur la côte Suisse entre Rorschach et Romanshorn, sur la côte allemande entre Langenargen et Nonnenhorn, et sur les deux rives du bras d'Ueberlingen. Le grand bassin du lac est divisé en deux cuvettes; l'une la plus orientale, la plus profonde, descend jusqu'à 276 m. devant Arbon; l'autre, plus occidentale, s'approfondit seulement jusqu'à 254 m. sur la ligne qui joint Utwyl et Fischbach (XXIV). La barre qui sépare ces deux cuvettes a moins de 180 m. de profondeur; elle s'élève par conséquent de 70 à 100 m. au-dessus du plancher des deux bassins profonds du lac. Le lac d'Ueberlingen, quoique très-étroit, est relativement profond, il dépasse partout dans son axe 100 m. de profondeur.

Le **lac de Lugano** *(Ceresio)* (XXXIV) est fort accidenté dans son relief. Le corps principal du lac va en augmentant rapidement de profondeur de Porlezza jusqu'à Albogasio, où se trouve le maximum par 280 m.; puis la profondeur va en diminuant progressivement jusqu'au détroit de Bissone, qui forme un barrage au milieu du lac. Au sud de Bissone, les divers bras forment des cuvettes, dont la profondeur est de 85 m. dans la partie commune au sud de Bissone, de 80 m. dans le bras de Capolago, de 70 m. devant le cap de Morcote, de 95 m. au milieu du bras de Lavena, de 50 m. environ dans le bassin de Pontetresa. Les talus sont partout très-fortement inclinés.

Lac de Côme *(Lario)* (xxxv). Son bassin principal, de Gera à Côme, est séparé en deux cuvettes par un seuil situé à la hauteur de Bellagio, qui se relève à 135 m. seulement de profondeur. Le bras du nord descend à 340 m. devant Menaggio, le bras du S W atteint 414 m. devant Careno. Ce point de profondeur maximale est situé au pied d'une paroi presque verticale, évidemment de nature rocheuse. Quant au bras de Lecco il n'est point séparé du grand lac par un seuil; il se relève progressivement, de la profondeur de 275 m. qu'il a entre Bellagio et Varenna, jusqu'à Mandello, où il n'a plus que 80 m. Entre Mandello et Lecco il s'approfondit de nouveau et redescend à 150 m.

Le fond du lac de Côme ne présente du reste que rarement une plaine horizontale comme celle des autres lacs: le plus souvent les talus viennent se joindre dans les grands fonds.

§ VIII. Nature du sol.

Autant le relief du bassin d'un lac est simple et monotone, autant la composition du sol qui revêt les talus et le plancher du lac est de même uniforme. Au delà du littoral dont le terrain, très-diversifié, varie considérablement d'une localité à l'autre, dès le bord du Mont, le sol du lac est formé partout par un sédiment impalpable, de nature argileuse, marneuse ou calcaire, dont la composition physique est toujours la même, dont la composition chimique varie peu dans les diverses régions d'un même lac, mais peut être fort différente d'un lac à l'autre.

Composition physique. L'alluvion du lac est formée :

a) de poussières minérales impalpables, charriées dans le lac par les affluents débordés, ou arrachées à la rive par les vagues. Cette poussière minérale donne au sol de chaque lac son caractère chimique spécial.

b) de poussières organiques qui sombrent lorsque leur densité est supérieure à celle de l'eau.

c) de débris organiques des animaux et plantes ayant vécu dans les régions pélagiques et profondes ; nous les étudierons spécialement plus tard

d) de corps étrangers qui tombent accidentellement dans le lac ; ils sont en général plus nombreux près des rives que dans le milieu du lac, où ils sont excessivement rares. Ces corps étrangers sont des cailloux, graviers et sables, transportés, ou bien par les glaçons détachés de la rive, ou emportés dans le lac par les affluents, — ou bien par les racines des arbres arrachés par les torrents ou par les vagues, — ou bien encore par les barques et bateaux naviguant sur le lac, qui laissent tomber dans le lac une partie de leur chargement. Ce sont encore les scories et cendres de coke provenant des fournaises des bateaux à vapeur ; elles sont jetées dans l'eau et sombrent, les unes immédiatement, les autres après une flottaison plus ou moins prolongée, lorsque leurs cellules aëriennes pleines d'air cessent de les soutenir à la surface; ces scories sont souvent promenées par les

vents et les courants fort loin à la surface du lac, et elles peuvent être disséminées très-loin du trajet habituel des bateaux à vapeur. Ce sont enfin des sables, qui sont, ou bien transportés par les vents tourbillonnants, ou bien entraînés en plein lac sous la forme de radeaux, flottant par capillarité à la surface de l'eau. Nous en avons déjà parlé plus haut.

Ces corps étrangers font le plus souvent absolument défaut dans les produits des draguages profonds; quelquefois il s'y rencontrent en plus ou moins grande abondance. Leur fréquence est essentiellement irrégulière, et leur présence dans le limon des grands fonds est purement accidentelle.

En fait de corps étrangers contenus dans le limon d'alluvion, je dois signaler l'absence absolue dans le limon de tous les lacs jusqu'à présent étudiés, de nodules calcaires ou siliceux, de rognons de phosphate de calcium, de sulfate de calcium ou de peroxyde de manganèse, analogues à ceux que l'on connaît dans certaines couches géologiques ou dans le fond des mers actuelles.

Je dois signaler aussi l'absence de poussières cosmiques ou météoriques; je n'ai jamais rien trouvé que j'aie pu rapporter à cet ordre de matériaux. Ce n'est pas que le limon de nos lacs ne contienne souvent une foule de granulations vitreuses qui ressemblent fort à des poussières d'aërolithes; mais un examen plus attentif me les a toujours fait rapporter aux cendres de coke des fournaises de bateaux à vapeur. Le Dr. E. Yung, de Genève, qui s'est spécialement occupé des poussières cosmiques, a étudié en 1877 les granulations ferrugineuses magnétiques que j'avais recueillies au fond du lac; «pulvérisées elles ne lui ont montré au microscope que des fragments anguleux, et aucun globule; à l'analyse chimique il n'y a trouvé que de la silice, du fer, de l'alumine et de la chaux, pas trace de nickel ni rien de semblable ». Yung les tient, comme moi, pour des scories de coke (IV).

Quant à l'argile plus ou moins calcaire qui forme la masse même du dépôt dans les lacs de la région Subalpine, sa consistance est toujours celle d'un limon mol, plus adhérent et plus plastique quand il contient moins de chaux et se rapproche du type des argiles, plus léger, et plus mobile, lorsqu'il est plus calcaire et se rapproche du type de la craie. Quelquefois des particules de mica lui donnent un éclat argenté très-caractéristique.

La consistance de ce limon est généralement très-molle à la surface; c'est presque la consistance d'une crême épaisse; dans sa masse, dès un ou deux centimètres au-dessous de la surface, il est plus dense, plus ferme et se rapproche de la consistance des argiles humides.

Sa couleur varie, à l'état humide, et suivant les lacs, du gris jaunâtre au gris rougeâtre, bleuâtre, noirâtre, suivant la proportion des matières minérales et organiques.

Dans l'argile du Léman j'ai observé la stratification suivante:

a) une couche superficielle de nature organique de un à deux millimètres d'épaisseur. Je la décrirai plus loin sous le nom de *feutre organique*.

b) une couche sous-jacente de 1—2 c/m. d'épaisseur, d'un gris jaunâtre, de consistance molle et crémeuse.

c) une couche noirâtre de 2—4 m/m. d'épaisseur.

d) une couche profonde d'un gris bleuâtre, d'épaisseur inconnue; elle forme la masse même du dépôt. Cette couche bleuâtre est plus consistante et plus plastique.

Les différences de couleur entre les couches *b* et *d* sont probablement dues à des phénomènes de réduction des sels de fer, qui s'opèrent dans la masse sous l'influence des matières organiques, et la couche noirâtre *c* est probablement le point où se fait cette réduction. Les sels de fer sont à l'état de peroxyde dans la couche superficielle, à l'état de protoxyde dans la couche profonde(1). C'est un fait analogue à celui qui est connu dans certaines roches calcaires, où dans chaque assise, au bord de chaque fissure, la couleur des couches superficielles est jaunâtre ou rougeâtre, tandis que le cœur de la pierre est bleuâtre. La proportion des matières organiques dans les argiles lacustres est peu considérable, ainsi qu'on va le voir dans les analyses.

D'après l'origine des poussières minérales qui forment l'alluvion des lacs, celle-ci doit contenir un mélange de toutes les roches qui existent dans le bassin d'alimentation des affluents voisins du point d'exploration.

Voici quelques détails sur le sol des différents lacs de la région Subalpine.

Lac Léman. L'argile du Léman est, comme je l'ai dit, d'un gris jaunâtre à la surface, d'un gris bleuâtre dans la profondeur; desséchée elle donne une masse solide, de la bonne argile de potier. Les échantillons dragués devant Morges sont très-plastiques; j'ai pu modeler cet argile, la tourner et la cuire; j'en ai obtenu des vases d'une pâte très-fine, très-légère, très-poreuse, remarquablement sonore; cuite, cette terre a une couleur blanc jaunâtre, faiblement rougeâtre. Les échantillons dragués sur la barre de Promenthoux sont moins plastiques et d'une consistance plus légère. L'argile draguée devant les bouches du Rhône était remarquable par l'éclat argenté, dû aux lamelles de mica; ce caractère se perd à une faible distance des bouches du fleuve; je n'en ai plus trouvé traces dans l'argile draguée devant le château de Chillon, à moins de 5 km. de l'embouchure du Rhône.

Dans le tableau ci-dessous je donne une série d'analyses chimiques d'échantillons du fond, dragués par moi dans différents lacs. Toutes ces analyses sauf le No. VII ont été faites par MM. E. Risler et J. Walter, alors à Callèves sur Nyon *(Mat. III, XXV)*.

---

(1) Une observation analogue est faite par Sir Wyville Thomson sur du limon dragué dans l'Atlantique, près de St-Thomas des Antilles, par 7100 m. de fond (CVI). L'argile rouge de cette grande profondeur était beaucoup plus rouge à la surface du sol que dans l'épaisseur de la masse. Les naturalistes du *Challenger* attribuent aussi ce changement de couleur à un phénomène de désoxydation.

Analyse chimique du limon des lacs.

	Léman			Neuchâtel	Zurich	Constance	Zell
	I	II	VII	III	IV	V	VI
Analyse chimique.							
A. Partie attaquable par H Cl.							
Fer (dosé à l'état d'oxyde)	5.20	3.36	4.54	2.11	2.477	1.937	1.264
Alumine	2.30	1.80	15.87	0.68	1.327	1.202	0.926
Acide phosphorique .	traces	0.12	tr.	tr.	0.115	0.054	0.058
Chaux	10.50	1.92	14.01	34.28	29.524	26.646	32.667
Magnésie	2.06	12.39	3.92	1.13	1.824	1.516	1.720
Potasse et soude . .	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
Acide carbonique . .	9.20	9.80	14.93	29.46	26.650	23.790	28.450
Acide sulfurique . .	0.	tr.	0.	tr.	0.	tr.	3.709
Silice soluble . . .	0.12	—	1.22	—	—	—	—
B. Partie inattaquable par H Cl.							
Silicates et silice . .	63.75	66.68	45.51	29.17	33.910	41.403	27.527
Matières organiques .	4.67	3.73	3.85	3.17	4.173	3.452	3.700
Humidité	2.20	—	—	—	—	—	—
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.000	100.000	100.000
Analyse physique.							
Sable	10	—	—	25.26	17.42	31.37	49.23
Partie impalpable . .	90	—	—	74.74	82.58	68.63	50.77
	100	—	—	100.00	100.000	100.000	100.00

Les trois échantillons d'argile du Léman ont la provenance suivante:

I. Argile draguée par 216 m. de fond, au milieu du lac, entre Morges et Evián *(Mat. III)*.

II. Argile draguée devant Morges, par 35 m. de fond sur les talus du bassin du lac. *(Mat. III)*. Dans cet échantillon j'avais recueilli intentionnellement la couche superficielle, particulièrement riche en débris organiques.

VII. Argile draguée sur la barre de Promenthoux, par 70 m. de fond *(Mat. XLIII)*. Cette analyse a été faite par M. G. Hochreutiner, alors assistant au laboratoire de l'Ecole de Pharmacie de Lausanne.

La comparaison de ces trois analyses a un certain intérêt, en montrant l'uniformité de composition du sol dans les différentes régions d'un même lac: il y a en effet 20 km.

de distance entre les localités où ont été faits ces trois draguages. Et cependant les différences de composition sont peu considérables.

Si j'additionne dans ces analyses les chiffres de la silice soluble et des silicates non-attaquables par H Cl, d'une part, et d'une autre part la chaux, la magnésie et l'acide carbonique, je trouve les proportions centésimales suivantes:

No.		Silice et silicates	Carbonates de chaux et de magnésie
I	Milieu du lac, Morges	66.0	21.8
II	Talus du lac, Morges	68.5	24.1
VII	Barre de Promenthoux	61.4	32.1

D'après ces chiffres l'argile des grands fonds est la moins calcaire, l'argile des talus devant Morges, est la plus siliceuse; l'argile de la barre de Promenthoux est la plus calcaire et la moins siliceuse. Ces variations de composition sont cependant peu considérables, et n'approchent pas des différences que nous allons trouver d'un lac à l'autre.

Lac du Bourget. Les échantillons que j'ai dragués à 115 m. de profondeur, le 21 septembre 1883, me montrent un limon impalpable, d'un gris jaunâtre assez foncé, friable, peu plastique.

Lac d'Annecy. Le limon dragué à 55 et 50 m. de fond, devant Veyrier, est fort semblable à celui du lac du Bourget; mais un peu plus blanchâtre et plus riche en débris organiques.

Lac de Neuchâtel. Le limon de ce lac est très-calcaire; sa couleur est d'un gris jaunâtre lorsqu'il est humide, presque blanc lorsqu'il est sec. Il n'est pas plastique; desséché il a la consistance d'une craie légère, presque pulvérulente. J'en ai reçu de beaux échantillons dragués par M. l'ingénieur Manuel, du bureau topographique fédéral, chargé en 1880 des sondages pour l'établissement de la carte hydrographique du lac de Neuchâtel.

Je donne dans le tableau, sous le No. III, l'analyse qu'a faite M. E. Risler *(Mat. XXV)* d'un échantillon dragué par moi, le 22 août 1873 devant la ville de Neuchâtel, par 65 m. de fond *(Mat. XXII)*. Ce limon avait été tamisé et débarrassé ainsi de tous les animaux vivants ou morts et des débris végétaux, en grande abondance, qui le salissaient.

Lac de Bienne. Le limon dragué devant la Neuveville, par 40 m. de fond, est à peu près semblable à celui du lac de Neuchâtel, mais plus vaseux; beaucoup de débris végétaux.

Lac des IV-Cantons. Près de Stanzstad le Dr. Asper a trouvé un limon extrêmement fin, coloré en gris (XXXI).

Mes draguages d'août 1883 m'ont donné cette même vase très-fine, contenant une grande abondance de débris organiques. Ces derniers étaient exceptionnellement nombreux dans un échantillon pris à 35 m. devant Stanzstad.

Dans un draguage opéré entre Beggenried et Gersau, à 1.5 km. de chaque rive, par 200 m. de profondeur, Asper a trouvé un limon peu consistant (brüchig) contenant beaucoup de sable grossier et de nombreux débris de plantes (xxxi).

Lac de Zoug. Asper signale comme anormal du limon dragué dans la partie supérieure de ce lac, à 1200 m. de chaque rive et par 200 m. de fond. L'argile contenait environ le dixième de sa masse de sable grossier; elle était en outre mélangée de plantes, feuilles et rameaux (xxxi).

Aegerisée. Limon ferrugineux, parfois vivement coloré en jaune brun (1) (Asper) (xxxi).

Lac de Walenstadt. J'ai dragué dans le milieu de ce lac une belle argile rougeâtre, analogue par sa consistance à celle du Léman.

Klönsée. Altitude 804 m., profondeur maximale 27 m. Asper y a dragué un limon gris, extrêmement fin.

Lac de Zurich. Argile gris bleuâtre. L'analyse No. IV *(Mat. XXV)* est faite d'après un échantillon dragué par moi, le 17 août 1873, par 50 m. de fond, devant Neumünster *(Mat. XXII)*. L'échantillon n'a pas été tamisé, et les nombreux débris végétaux et animaux qu'il contenait expliquent la proportion relativement considérable des matières organiques que donne l'analyse.

Asper ne nous fournit malheureusement pas de détails sur le sol qu'il a observé dans ses nombreux draguages du lac de Zurich.

Le limon que j'ai recueilli à Horgen en août 1883 était très-fin, assez léger, d'un gris sale. Celui que j'ai dragué devant Wädenswyl était fort différent suivant la profondeur. Jusqu'à 60 m. j'ai obtenu une vase d'un brun jaunâtre, molle, crêmeuse; mais à 90 m. la consistance du limon a changé, il m'est apparu beaucoup plus ferme, plus plastique, de consistance argileuse, et de couleur presque blanche.

J'ai reçu de M. Paul Manuel, ingénieur, un échantillon dragué par lui dans le Lac-supérieur, en 1880, entre Lachen et Rapperswyl par 29 m. de fond. Il est de consistance argileuse et d'une couleur gris-brun assez foncée.

Lacs de Pfäffikon et de *Greifensée.* Le limon de ces lacs est blanchâtre d'après Asper (xxxvii).

Lac de Constance. L'argile que j'ai draguée près de Constance a tout-à-fait l'apparence de celle du Léman. J'en donne au No. V l'analyse *(Mat. XXVII)*, d'après un échantillon recueilli le 21 août 1873, à 3 km. de la ville de Constance par 25 m. de fond. *(Mat. XXII)*.

Lac de Zell. Je possède deux échantillons du fond de ce lac. L'un dragué en 1880 par M. Manuel, ingénieur au bureau topographique fédéral, il vient de la partie occidentale du lac, entre Steckborn et Horn, par 46 m. de fond. Il est semblable à celui que

---

(1) Je citerai comme analogue celui que j'ai dragué dans le lac de Starnberg en Bavière, le 20 septembre 1877. L'argile légère, peu adhérente, était à plusieurs places de couleur ocreuse.

j'ai dragué dans le lac de Constance-supérieur et dont je viens de parler. L'autre échantillon, très-vaseux, noirâtre, riche en débris organiques, a été dragué par moi en 1873 devant Ermatingen, par 20 m. de fond *(Mat. XXII)*. Il a été analysé par Risler *(Mat. XXV)*, et porte le No. VI du tableau de la page 58 ; l'échantillon avait été tamisé avant d'être remis à M. Risler.

Lac Majeur. Asper a dragué par 300 m. de fond, entre San-Bartholoméo et Tronzano, un limon gris égal, très-fin, riche en organismes (xxxi).

Lac de Lugano. Asper a trouvé au pied du Monte Salvatore un limon normal, très-fin. En revanche dans un draguage fait entre Lugano et le Monte Caprino par 250 m. de fond, la drague ne lui a rapporté qu'une masse grossière, feuilletée en couches de 2 à 3 m/m. d'épaisseur, tellement qu'elle ressemblait à un morceau de gneiss ; cette masse friable ne contenait pas traces d'organismes, et elle laissait sur le tamis un nombre énorme de lamelles de mica (xxxi).

— J'ai conservé quelques échantillons de la marne provenant de mes draguages dans un certain nombre de lacs. Desséchés ils ont des teintes fort diverses. J'essayerai d'en décrire la couleur de la manière suivante: Ils forment trois séries: l'une jaunâtre, l'autre rougeâtre, la troisième bleuâtre. La première part du brun, passe au gris jaunâtre et arrive au blanc presque pur. Elle comprend en série, du plus foncé au plus clair, les limons du lac de Starnberg (Bavière), Brenet (lac de Joux inférieur), Bienne, Bourget, Joux (fond du lac), Annecy, Neuchâtel, Zurich (Horgen), Joux (dépôts de Charas sur les Monts) [1].

Une autre série comprenant les limons de Walenstadt, de Zurich supérieur et de Zell (Constance inférieur) est plus rougeâtre. La marne du lac de Walenstadt a presque des teintes lie de vin, ou chocolat.

D'autres marnes sont plus bleuâtres, celle du lac de Constance, la plus bleue de celles dont j'ai des échantillons, et celle du Léman.

— J'ai donné le tableau des analyses chimiques faites sur le limon des lacs par E. Risler et J. Walter pour les Nos. I à VI, et par G. Hochreutiner pour le No. VII. (Voir à la page 58.)

Sans entrer dans le détail des analyses comparatives nous y remarquons dès l'abord plusieurs faits intéressants. J'ai déjà signalé le caractère général uniforme des trois analyses du lac Léman.

Je noterai ensuite les grandes différences dans la richesse en silice et en silicates, des argiles des divers lacs ; l'argile du Léman en contient de 61 à 69 pour cent, tandis que le limon du lac de Constance n'en renferme que 41, celui de Zurich 34, celui de Neuchâtel 29, et enfin celui du lac de Zell 27 pour cent seulement. La pauvreté en silice du lac de Zurich et du lac de Zell s'explique en partie parce que ces lacs

---

[1] Voir pour le lac de Joux, et spécialement pour les dépôts de Charas sur les Monts de ce lac, la description que j'en donnerai dans un autre chapitre.

ne reçoivent pas d'affluents alpins, qui puissent leur amener directement l'alluvion des montagnes primitives ; la pauvreté en silice du lac de Neuchâtel s'explique par l'origine jurassique, c'est-à-dire la provenance d'un terrain purement calcaire, de la plupart de ses affluents. Quant à la petite quantité de silice de l'argile du lac de Constance, nourri directement par un fleuve alpin, elle doit s'expliquer probablement par la localité même où j'ai fait mon draguage, localité située près de la sortie de l'émissaire, loin par conséquent des lieux où l'alluvion alpine se dépose directement. En somme l'alluvion de la vallée du Rhône est plus riche en silice que celle des vallées du Rhin, de la Limmat ou du Jura. Quant à la quantité de calcaire contenue dans ces limons, elle est à peu près directement inverse de la quantité des silicates. L'on n'a pas à s'étonner beaucoup de voir le limon du lac de Neuchâtel, d'apparence crayeuse, être de beaucoup le plus calcaire de la série ; l'on serait plutôt frappé de la proportion encore considérable de silice qu'il renferme, mais celle-ci s'explique suffisamment par le terrain erratique alpin, et par les terrains molassiques, qui abondent dans une partie du bassin d'alimentation de ce lac.

Le mélange intime des silicates et des calcaires est tel que tous nos limons des lacs de la région Subalpine rentreraient sans exception, en classification pétrographique, dans le groupe des marnes ; marnes argileuses ou marnes calcaires suivant la prédominance de l'un ou de l'autre des éléments.

Quant à la proportion des matières organiques dans le limon de nos lacs, elle est partout très-faible, le chiffre le plus élevé que donne nos analyses étant de 4.7 pour cent. Connaissant la richesse de la faune profonde et des débris organiques qui se trouvent à la surface du limon, j'aurais attendu une quantité relative plus considérable de ces substances. Il faut cependant donner attention au fait, que la densité des substances organiques est beaucoup plus faible que celle des matériaux inorganiques, et que, sous un poids relatif aussi minime, leur volume est proportionnellement beaucoup plus considérable.

Dans un seul cas j'ai eu l'occasion de rencontrer une proportion relativement très-forte de matières organiques; c'est en faisant l'analyse des limons des lacs Goktschaï et Tschaldyr, au Caucase, dragués par Al. Brandt en 1879 (xxxviii). Ces échantillons d'un gris jaunâtre dans le Goktschaï, d'un gris noirâtre dans le Tschaldyr, étaient formés d'une masse si légère, si délicate, si floconneuse, à l'analyse microscopique elle avait une telle ressemblance avec la couche que je connais dans nos lacs sous le nom de feutre organique, que j'ai dû conclure que la drague n'avait pas traversé ce revêtement organique, lequel doit être relativement très-épais dans ces lacs.

— Je résumerai ce paragraphe en essayant une classification provisoire des dépôts des fonds de lac.

A. **Sol proprement dit**, partie minérale.

Type a. Sol argileux. Argile pure, sans mélange calcaire. Je n'en connais jusqu'à présent d'exemples que dans les lacs du Caucase, Goktschaï et Tschaldyr, creusés en territoire volcanique (xxxviii).

Type b. Sol marneux-argileux, plastique, jaunâtre à la surface, bleuâtre dans la profondeur. Exemples: limon des grands lacs Subalpins, Léman, lac de Walenstadt, de Zurich, de Constance.

Type c. Sol marneux-calcaire, plus léger, non plastique, blanchâtre, jaunâtre ou rougeâtre ; desséché il donne une masse fragile. Ex.: lac de Neuchâtel.

Type d. Sol calcaire, de consistance crayeuse, blanchâtre, jaunâtre ou rougeâtre ; désséché il donne une masse pulvérulente friable. Ex.: le lac de Joux.

Ces quatre types peuvent présenter les modifications que je désignerai sous le nom de *faciès.*

Faciès limoneux. C'est le faciès normal que nous avons décrit plus haut.

Faciès vaseux. La grande abondance de matériaux organiques, imprégnant le limon, lui donne une couleur noirâtre et une odeur fétide spéciale (lac de Zell près d'Ermatingen, lac de Bienne près la Neuveville).

Faciès micacé, éclat argentin, stratification schisteuse par le fait des lamelles de mica. Ex.: Lac de Lugano (Asper), Bouches du Rhône dans le Léman (Forel).

Les faciès gravièreux et *sableux* n'appartiennent pas normalement à la région profonde; ils peuvent s'y rencontrer accidentellement par suite spécialement de l'un des glissements de terrain que nous avons décrits.

B. **Dépôts organiques.**

1° *Incrustations tufoïdes*, formées sur les corps solides par la végétation des Algues incrustantes (Euactis, Hydrocoleum, etc.) Ex.: lac de Neuchâtel, de Zurich, de Constance, etc. Je les indique ici pour mémoire, car ces dépôts n'appartiennent qu'à la région littorale.

2° *Dépôts calcaires*, incrustation de plantes dont les tissus s'imprégnent de carbonate de chaux : Ilots sous-lacustres, soit Monts du lac de Joux (1).

3° *Feutre organique* que j'ai signalé plus haut et que je décrirai dans un chapitre suivant.

4° *Poussières organiques.* Nous y reviendrons plus loin.

§ IX. Résumé.

Si après avoir analysé les unes après les autres les conditions de milieu de la région profonde des lacs, je veux résumer leurs caractères généraux, je vois qu'ils convergent tous au calme, au repos, à l'absence de mouvement. Peu ou pas de mouvements mécaniques ; les vagues sont sans effet, les courants thermiques sont insensibles; seuls les courants profonds, causés par les tempêtes de la surface viennent accidentelle-

(1) Voir plus loin.

ment agiter les grands fonds; peu ou pas de mouvements caloriques; la température y est presque absolument constante; peu ou pas de vibrations lumineuses, pas d'actions actiniques; l'obscurité absolue règne dans les profondeurs; uniformité de la composition physique du limon prodigieusement fin, dans lequel, ou sur lequel, les animaux ont à se mouvoir; peu ou pas de variations dans la composition chimique de ce limon, dans la composition chimique de l'eau ambiante, dans la proportion des gaz dissous. Uniformité, monotonie, égalité, absence de mouvements, absence de variations, calme presque absolu, tels sont les traits généraux de ce milieu qui n'a qu'un seul analogue, la région profonde des mers; qui se différencie ainsi de tous les autres milieux dans lesquels les êtres sont appelés à vivre. Dans aucun climat atmosphérique, dans aucune autre région aquatique, nous ne retrouvons ce calme prodigieux qui règne dans les profondeurs des eaux. Les seules régions qui s'en rapprochent un peu à ce point de vue, sont les cavernes et les eaux souterraines; nous aurons à revenir sur cette analogie.

§ X. Limites de la région profonde.

Y a-t-il une limite précise entre la région littorale et la région profonde? Cette question mérite de nous arrêter. Les conditions de milieu qui caractérisent la région profonde sont développées à leur maximum dans les plus grandes profondeurs des lacs; chacun des traits, qui donnent à ce milieu une figure si spéciale, s'accentue de plus en plus à mesure qu'on descend en s'éloignant de la surface. Mais à quelle profondeur ces caractères commencent-ils à être distincts? Cela varie pour les différents faits physiques qui constituent le milieu.

Au point de vue du mouvement mécanique, nous avons vu que les vagues cessent d'agir vers 10 m.; nous ne parlerons pas ici des courants qui, dans les profondeurs, n'ont d'énergie appréciable que dans des cas tout-à-fait accidentels.

Au point de vue de la chaleur, les variations diurnes cessent de se faire sentir au-dessous de 12 à 15 m., mais les variations annuelles ou lustrales pénètrent jusque dans les plus grands fonds; elles décroissent du reste rapidement d'amplitude; elles sont faibles à partir de 50 m., elles deviennent presque insensibles au-dessous de 100 m., de 150 m.

La lumière pénètre peu profondément. A partir de 50 m. en été et de 100 m. en hiver, il règne l'obscurité absolue (rayons actiniques agissant sur le chlorure d'argent). Mais dès une profondeur beaucoup plus faible, 6 à 15 m., notre œil cesse de distinguer un objet blanc qui descend dans le lac; dès une profondeur double, soit 12 à 30 m., il doit règner, pour une rétine comme la nôtre, si ce n'est l'obscurité absolue, tout ou moins les demi-ténèbres d'un temps de brouillard ou de crépuscule.

Pour la constitution physique du sol, le limon à grains impalpables commence à régner dès la limite de l'action des vagues, soit vers 10 m. de fond.

Chacun de ces points de vue nous donne un chiffre différent. Lequel devons-nous adopter pour limite dans nos études biologiques?

Est-ce la profondeur de 10 m., limite inférieure de la région agitée par les vagues, et limite normale du terrain limoneux des grands fonds? Est-ce 15 m., limite inférieure des variations thermiques diurnes? Est-ce 25 m., limite de la vision distincte, du grand éclairage? Est-ce 50 m., limite des variations thermiques estivales importantes? Est-ce 100 m., limite extrême de la pénétration des rayons actiniques?

Pour répondre à cette question il semblerait que nous devrions attendre d'avoir étudié la faune et constaté expérimentalement la limite de séparation entre la faune littorale et la faune profonde. Mais, comme nous le verrons plus loin, cette limite elle-même est très-indécise et mal marquée; sur une large étendue, dans la zône supérieure de la région profonde, il y a un mélange d'espèces appartenant aux deux faunes; ce mélange rend difficile à établir la limite que nous cherchons. Nous sommes donc renvoyés à l'étude des conditions de milieu.

Pour faire cette étude d'une manière utile nous devrions chercher des situations géographiques assez différentes, pour que nous vissions varier notablement, d'un lac à l'autre, l'une ou l'autre de ces conditions de milieu. Mais dans la région Subalpine, notre champ de recherches, ces variations sont peu étendues, et en dehors de cette région Subalpine, les travaux analogues aux nôtres ont été poussés trop peu loin, pour nous donner des comparaisons assez précises pour nous être utiles.

Je préfère, pour chercher des analogies convenables, m'adresser aux faunes marines, quitte à justifier plus tard le parallèlisme avec les faunes lacustres sur lequel je vais me fonder. La faune profonde marine présente des caractères très-bien marqués et fort différents de ceux des faunes littorales; la distinction y est relativement plus facile que dans nos lacs.

L'étude des faunes marines nous apprend que la limite entre la faune littorale et la faune profonde ne doit pas être cherchée dans les conditions d'agitation de l'eau, à la limite de l'action des vagues; en effet, si tel était le facteur principal, on trouverait la faune profonde représentée dans chaque golfe bien fermé, dans chaque lagune où les vagues ne peuvent pénétrer.

L'étude des faunes marines nous apprend que cette limite ne doit pas être cherchée dans les conditions de la température, soit à la limite des variations thermiques superficielles, soit dans la température froide qui règne dans les profondeurs. En effet nous voyons la faune profonde marine parfaitement développée dans des conditions thermiques très-différentes, dans les grands océans équatoriaux où la température profonde est fort basse, aux environs de 0°, et dans les mers encaissées où la température peut être fort élevée; dans la Méditerranée la température du fond est de 13°, dans la mer Rouge elle est de 21°. Nous voyons aussi la faune profonde manquer dans la région littorale des mers

polaires, où la température très-basse est fort semblable à celle de la région profonde des mers équatoriales.

L'étude des faunes marines nous apprend enfin que la limite de la faune profonde n'est pas donnée par le changement de la nature du sol. En effet, si au lieu du fond limoneux normal, la drague atteint un sol rocheux ou caillouteux, elle ramène des espèces profondes; ce ne sont pas les espèces limicoles qui forment la population habituelle des grands fonds, cela est vrai, mais ce ne sont pas non plus des espèces littorales. D'une autre part, dans une lagune où le sol est aussi limoneux que dans les grands fonds, la faune n'a aucunement les caractères de la région profonde.

La seule condition qui nous reste pour déterminer la limite en question c'est le facteur lumière. En cela je suis complètement d'accord avec Th. Fuchs de Vienne (XXXIX) et j'attribue à ce facteur une importance capitale. La profondeur à laquelle pénètre la lumière est la même sous toutes les latitudes, comme la limite entre les faunes littorales et profondes. Quelques variables que soient d'un lieu à l'autre les autres conditions de milieu, la température, les mouvements de l'eau, la nature du sol, il est une de ces conditions de milieu qui intervient partout à la même distance au-dessous de la surface; ce sont les faits d'éclairage, la lumière; l'obscurité absolue règne partout dans les grands fonds.

Mais dans le facteur lumière il y a deux actions. La lumière proprement dite qui régit la fonction animale de la vision, laquelle permet aux animaux de voir et d'être vus; en second lieu l'actinisme qui régit certaines fonctions organiques de la vie de nutrition, en particulier le développement des chromophylles des végétaux et des pigments des animaux. Dans la question qui nous occupe je suis disposé à attacher une importance relativement faible à la fonction de la vision. Quand je vois la plus grande moitié du règne animal représentée par des animaux nocturnes; quand je vois tous les animaux des cavernes et une partie des animaux des faunes profondes des mers et des lacs être aveugles, je constate que la cécité, si elle est une gêne, n'est pas un obstacle absolu à la vie animale. Au contraire, l'absence d'actinisme me semble jouer un rôle beaucoup plus important, en supprimant la possibilité de la vie végétale des plantes chlorophyllées. La fonction réductrice des végétaux qui contrebalance les fonctions oxydantes des animaux, est une nécessité absolue pour le maintien de la vie dans un milieu; on peut concevoir un monde, où il n'y aurait que des plantes; on ne peut rêver une terre, où les animaux existeraient sans végétaux. L'absence des plantes dans la région profonde des mers et des lacs nous représente ces conditions incompatibles au maintien de la vie animale, et nous aurons a expliquer par quels artifices la nature a subsidié à cette anomalie. Les plantes sont utiles aux animaux à trois points de vue; elles leur fournissent de la matière nutritive organisée, elles leur fournissent l'oxygène nécessaire à la respiration, elles leur offrent un habitat convenable, des cachettes et des points d'appui. L'existence d'une flore est d'importance capitale pour les animaux; là où elle fait défaut il y a déficit notable pour la vie animale.

C'est à la limite de la vie végétale que je placerai la limite inférieure de la région littorale et la limite supérieure de la région profonde. Nous verrons cette limite être dans nos lacs à 25 m. environ. Telle sera pour nous la limite de la région profonde (1).

En adoptant cette limite, nous sommes obligés de reconnaître que les conditions de milieu sont loin d'être homogènes et identiques partout, dans cette région profonde. Dans les couches supérieures, la lumière doit pénétrer, au moins dans les beaux jours de la fin de l'hiver, alors que l'eau est à son maximum de limpidité ; la température y subit des variations sensibles ; à 20 m. l'amplitude de la variation thermique peut être de 6 à 8°, à 30 m. de 3 à 5° ; les courants dus à l'action mécanique du vent doivent y être encore fort violents. Cependant si nous comparons avec la région littorale ces couches de 20 à 40 ou 60 m. de profondeur, nous voyons qu'elles se rapprochent bien plus des conditions de calme de la région profonde, que des conditions agitées et tourmentées des régions superficielles. En me basant sur ces considérations, je séparerai dans nos lacs la région profonde en deux zônes :

1° *La zône supérieure*, s'étendant de 25 à 60 m. de profondeur, dans laquelle les conditions de milieu sont encore jusqu'à un certain point variables ; dans laquelle les courants profonds se font parfois sentir, dans laquelle la température subit une variation annuelle de quelques degrés d'amplitude, dans laquelle la lumière pénètre encore assez pour donner, peut-être, dans des conditions favorables, un éclairage à demi-crépusculaire, assez pour permettre le développement de quelques Diatomées et de quelques Algues non-chlorophyllées.

2° *La zône inférieure*, au-dessous de 60 m. de profondeur, dans laquelle règne sans interruption le calme presque absolu, aux points de vue mécaniques, thermiques et lumineux.

J'essaierai dans le tableau suivant de résumer les conditions de milieu, dans leurs variations dès la surface au fond de nos lacs.

Tableau des régions et zônes du lac.

mètres		
0	Variations thermiques annuelles, 15 à 20°.	*Surface.*
10	Limite de l'action des vagues. Limite de la vision distincte. Limite des variations therm. diurnes.	**Région littorale.**
20	Var. therm. annuelles, 6 à 8°. Limite de la flore chlorophyllée.	
30	Variations thermiques annuelles, 3 à 5°.	**Région profonde,** *zône supérieure.*
40		
50	Limite de l'action actin. en été. Var. therm. annuelles, 2 à 3°.	
60		

(1) En adoptant cette limite inférieure de la végétation littorale pour limite supérieure de la région profonde, je n'entends pas dire que l'absence de végétation soit le seul caractère ou le caractère important de la région profonde. C'est un caractère pratique, commode à appliquer pour tracer cette limite ; les faits de température, d'obscurité, de calme etc. s'unissent ensemble pour donner au milieu ses traits généraux.

mètres		
70		
80		
90		
100	Limite de l'action actin. en hiver. Var. therm. annuelles, 1°.	
110		
120		
130		
140		
150	Limite de la variation thermique annuelle.	**Région profonde,** *zône inférieure.*
160		
170		
180		
190		
200		
210		
220		
230		
240		
250	Variation thermique lustrale, $\pm$ 0.5°.	

§ XI. Influence de la grandeur du lac sur les conditions de milieu.

Pour ce qui intéresse la faune profonde la grandeur des lacs a de l'influence:

a) sur les mouvements mécaniques. Dans les grands lacs, les vagues sont plus fortes, leur action effective descend plus profond; elles érodent plus puissamment les côtes, et charrient plus avant des détritus et des galets plus gros. La beine y est plus profonde et est poussée plus loin des rives. Dans les grands lacs les courants d'origine mécanique (le courant profond, retour du courant superficiel des vents) sont plus énergiques; ils agitent plus puissamment le fond; ils charrient plus activement les organismes ou leurs germes.

b) sur la température des régions profondes. A même distance de la surface, un lac plus profond variera moins de température qu'un lac moins profond.

c) sur la composition chimique de l'eau qui sera d'autant plus invariable que le lac sera plus grand.

A cela se réduisent ces influences; c'est bien peu de chose. Mais nous devons encore donner attention au fait que les diverses dimensions du lac varient en général en même temps, dans le même sens; que les lacs moins étendus en superficie sont en général moins

profonds, que par conséquent leur fond présente d'une manière moins parfaite les conditions de repos de la région profonde, et se rapprochent au point de vue de la lumière et de la température des régions littorales ; nous devons noter encore que, dans un lac plus petit, la région littorale, qui est une ligne, a, proportionnellement à un grand lac, plus d'importance que la région profonde, qui est une surface. En me fondant sur ces réflexions, je formulerai la conclusion suivante : « Si l'on veut comparer les conditions de milieu de deux lacs d'après leur grandeur relative, il y a lieu de considérer, non pas leurs dimensions linéaires, longueur ou largeur, mais une puissance supérieure de ces dimensions, la superficie de ces lacs, ou mieux encore leur volume ». Un lac plus grand nous offre tous les phénomènes physiques développés sur une échelle beaucoup plus grande qu'un lac plus petit. Cette loi deviendra bien plus évidente lorsque nous comparerons nos petits lacs d'eau douce avec le bassin illimité de la mer.

Chapitre III. Les faunes et les flores superficielles.

Nous aurons besoin, pour comprendre les relations et les origines de la faune profonde, de faire souvent appel aux faits biologiques et zoologiques des régions superficielles du lac. Des liens intimes, aussi bien au point de vue physiologique qu'au point de vue phylogénique, unissent les organismes du littoral et ceux de la région pélagique avec ceux des profondeurs. Je crois donc utile, avant d'aborder l'étude de la région profonde, de la faire précéder ici par une esquisse rapide des êtres qui vivent dans les régions supérieures du lac.

Je décrirai successivement : la *flore littorale*, la *faune littorale*, la *flore pélagique*, la *faune pélagique*.

§ I. La flore littorale.

Cette flore intéresse notre étude de la faune profonde à plusieurs points de vue, en particulier :

a. pour les faits respiratoires ; par suite de l'antagonisme entre la respiration animale et l'assimilation des végétaux chlorophyliens, l'eau altérée par la vie animale est purifiée

par les plantes; par le fait des courants thermiques et mécaniques, cette action sur les gaz de l'eau peut faire efficacement sentir son influence entre les différentes régions;

b. pour l'alimentation des animaux; les débris végétaux arrivent jusqu'à la région profonde.

c. pour la détermination plus exacte des limites de la région littorale, et par conséquent de la région profonde.

Les végétaux de la région littorale du lac Léman peuvent se diviser en cinq groupes artificiels (1).

I. Les **tapis mousseux** qui revêtent les pierres et les bois, les cailloux de la grève inondée, les blocs erratiques, les cailloux des ténevières, les murs et les pilotis des quais. Ces tapis essentiellement constitués par des algues, entr'autres, Cladophora glomerata, forment un tapis léger, mobile, dont les brindilles ont 1—2 c/m. environ de longueur; il revêt pendant toute l'année les pierres et bois submergés à 1, 2 ou 3 décimètres au-dessous de la surface de l'eau.

Il s'y mêle en plus ou moins grande abondance les filaments soyeux d'Ulothrix tenuis et U. tenerrima.

Au milieu de ces Cladophora, on trouve sur les pilotis submergés, des plaques ovalaires d'un décimètre ou plus de diamètre, d'apparence veloutée, d'un vert sombre, à reflets chatoyants, formées par l'Oscillaria limosa.

Sur les pierres submergées plus profondément, dans nos ténevières, sous 2 à 5 m. d'eau, la Cladophora glomerata se présente dans sa variété subsimplex, beaucoup moins épaisse que la forme superficielle; au milieu de ce tapis, l'on trouve des touffes de Chaetophora endiviaefolia, Batrachospermum moliniforme, Bulbochaete setigera, etc.

Un type spécial des tapis mousseux, est celui des Algues incrustantes calcaires, qui est plus richement représenté dans d'autres lacs, qui dans le Léman est rare, peu développé et limité à de petites localités (Pointe de la Venoge, Ténevière de la Poudrière de Morges, Port de Thonon). Il est surtout remarquable sur les pierres submergées des lacs de Neuchâtel, de Morat et de Bienne, où il est connu depuis longtemps par suite des curieuses sculptures, encore mal expliquées (XL), qui se développent, là où il existe, sur les pierres calcaires. Je le connais aussi sur les pierres des lacs de Zurich, de Constance, de Starnberg, etc. Dans le lac Léman il n'est nulle part très développé et son épaisseur n'atteint que quelques millimètres. Aux lacs de Neuchâtel et de Morat il mesure en général un centimètre d'épaisseur; près de la ville de Constance j'ai vu ses couches superposées faire des concrétions tufoïdes de 2 ou 3 c/m. d'épaisseur; enfin sous les parties surplombantes des blocs erratiques du lac de Neuchâtel, je l'ai vu former une masse tufoïde de plus d'un décimètre d'épaisseur. Ce revêtement d'algues incrustantes est gris, mamelonné, fragile; il

(1) Je dois la plupart des déterminations de ces végétaux à mes collègues et amis, les professeur J. B. Schnetzler de Lausanne, J. Müller de Genève, G. Rey de Vevey, Fr Girardet de Morges.

est formé essentiellement par Euactis (Zonotrichia) calcivora, et Hydrocoleum calcilegum; au milieu de ces masses prédominantes, M. Schnetzler à trouvé Calothrix caespitosa, Scytonema tomentosum, etc.

II. **Les forêts de plantes annuelles.** Sur la beine, par une profondeur de 1 à 4 m. d'eau, il se développe au printemps une riche végétation de plantes phanérogames herbacées, à longues tiges, qui élèvent leurs rameaux jusqu'à la surface de l'eau, et forment de véritables forêts aquatiques. Rien n'est plus élégant et pittoresque que les paysages sous-lacustres que l'on peut deviner dans les clairières de ces forêts, entre les bouquets de ces plantes, disposées en général en groupes, où une espèce prédomine, mais où quelques plantes à feuillage différent diversifient les tons et les reliefs. Les plantes qui forment ces forêts aquatiques sont dans le lac Léman: Ranunculus aquatilis, Myriophyllum pectinatum, M. spicatum, Ceratophyllum submersum, C. demersum, C. densum, Potamogeton crispus, P. perfoliatus, P. lucens, P. decipiens, P. pusillus, P. pectinatus, Elodea canadensis, cette dernière introduite accidentellement vers 1882. (1) Toutes ces plantes sont annuelles, à l'exception de Potamogeton pusillus; elles disparaissent en automne, et leurs débris sont arrachés par les vagues et dispersés dans le lac. Les forêts aquatiques ne se développent que là où le sol est vaseux; là où dominent les roches, les pierres et le sable, elles font défaut.

III. **Les gazons de Characées.** C'est aussi sur les fonds vaseux que se développent les riches gazons des Characées (XLI). Chara ceratophylla, Ch. contraria, Ch. foetida, Ch. hispida, Ch. aspera, Ch. fragilis, Nitella syncarpa, N. capitata, N. opaca, N. flexilis. Ils forment des gazons épais, serrés, de un ou deux décimètres d'épaisseur, dans lesquels s'entrelacent les tigelles, les aiguillons et les rameaux de ces cryptogames. Ces Charas forment parfois des touffes sur la beine, au pied des plantes arborescentes des forêts sous-lacustres. Mais là où, dans le Léman, ils sont le plus développés c'est sur les bords du Mont, entre 6 et 10 m. de profondeur.

Dans d'autres lacs, Zurich p. ex. ils forment souvent des gazons serrés sur toute la beine.

La Nitella Foreliana (J. Müller, Arg.) forme des touffes isolées, qui descendent fort bas sur les talus du lac; c'est à ma connaissance la plante qui va le plus profond. J'en ai trouvé des individus isolés jusqu'à 20 ou 25 m. de fond devant Morges. (2)

---

(1) Ou peut-être avant; je la connais dans le port de Morges 1883, et dans le port de Genève, devant l'hôtel de l'Ecu, 1883.

(2) Voici la détermination provisoire qu'en donne le prof. J. Müller. „Elle est très voisine de la Nitella opaca, mais elle en diffère, ainsi que des N. syncarpa et N. capitata, par des rayons très largement arrondis, obtus à leur sommet, non acuminés en pointe solide. Elle est dioïque; la plante que j'ai reçue de M. Forel est mâle, la femelle est encore inconnue. Les anthéridies sont absolument dépourvues d'une couche gélatineuse involvante. La plante est uniformément incrustée, mais inférieurement la tige est très-dénudée et transparente. L'espèce va donc à la section Eunitellae Al. Br., Serie Monarthro dactylae, Al. Br. 1° Rayons divisés, fl. dioïques. Par ce qui précède l'espèce est nettement différenciée et doit se placer dans mon travail sur les Characées genevoises (XLI) p. 51 après Nitella opaca, avant la subdivision de N. flexilis." „Dr J. M. Arg."

IV. **Les algues flottantes.** Chaque année on assiste à l'apparition passagère d'algues libres, qui se développent rapidement, remplissent une localité du littoral, végètent, si le temps est calme, pendant une ou plusieurs semaines, puis disparaissent, dispersées dans le lac par les vagues et les courants d'une tempête. Je connais dans ce groupe: Protoderma viride dont les grandes lames membraneuses, gaufrées, d'un vert brillant, apparaissent parfois en si grande abondance qu'elles couvrent le sol d'un tapis vert;[1] elle se montre suivant les années en février, mars, avril ou mai.

Ulothrix (Hormiscia) zonata, dont les longs filaments sont fixés aux pierres et pilotis sous 30 à 50 c/m. d'eau, mais qui se détachent de leurs points d'insertion et continuent à végéter dans l'eau en formant d'énormes pelotons d'apparence soyeuse, qui atteignent parfois un mètre et plus de diamètre.

Conferva globulifera. Cette algue filamenteuse se développe en nombre énorme au printemps, mars à mai, et ses filaments entourent la tige des Myriophylles et Cératophylles de la beine. Quoiqu'elle ne s'insère pas sur les tissus de la plante, l'algue lui est tellement adhérente par les milles contours des filaments qui l'enlacent, que c'est à peine si je puis la classer dans le groupe des algues flottantes. Le 5 janvier 1884, dans un draguage à 45 m. devant Morges, j'ai trouvé un paquet d'une algue verte, Conferva fontinalis d'après Fr. Girardet, qui l'attribue à la flore littorale. Je n'hésite pas à admettre cette opinion; si cette algue habitait la région ou je l'ai pêchée, je l'aurais trouvée fréquemment dans les centaines de draguages que j'ai faits dans cette localité.

Pandorina morum de la famille des Volvocinées. Cette algue se développe, dans les mois de juin et de juillet, en nombre si considérable que l'eau des anses abritées en devient toute verte, d'un beau vert pomme.

Je dois encore citer dans ce groupe les algues pélagiques, Pleurococcus angulosus et Anabaena circinalis, que nous retrouverons plus loin, et qui entraînées par les courants vers le littoral, s'y trouvent accidentellement.

V. **Les algues inférieures.** Les Diatomées, Desmidiacées, Vauchériées, Oscillariées, Palmellacées etc., végètent abondamment dans la région littorale; elles y forment sur le sol cette couche que nous décrirons dans la région profonde sous le nom de feutre organique; elles revêtent de leur poussière brunâtre tous les corps immergés, et en particulier les plantes aquatiques. A la fin de l'été, les débris des grands phanérogames des forêts sous lacustres

---

[1] Comment le Protoderma se développe-t-il dans le lac? Dans le lac je l'avais toujours vu libre, jamais fixé. M. Schnetzler m'engageait à le chercher adhérent sur des bois ou pierres submergés; mes recherches avaient toujours échoué. Enfin pour la première fois, le 17 mars 1884, je viens de trouver des feuilles membraneuses de cette algue, adhérentes à un corps solide, dans le port de Morges. Le Protoderma viride n'est donc une algue flottante que dans un âge avancé; dans son jeune âge il est fixé et adhérent. Cependant sa très-grande abondance en certaines années, et la rareté de ces individus adhérents, me font croire à la possibilité d'une multiplication, ou tout au moins d'un accroissement de taille, à l'état d'algue flottante.

sont recouverts d'une mousse brunâtre, souvent très épaisse, formée uniquement de ces diverses Algues.

Les Diatomées se trouvent en grande abondance dans le lac. Elles ont été spécialement étudiées par le prof. J. Brun de Genève (XLII). Les Diatomées du lac appartiennent toutes aux mêmes espèces que celles des eaux terrestres (ruisseaux, étangs, marais). Pour mieux caractériser la flore lacustre M. Brun a eu l'obligeance de dresser, sur ma demande, une double liste; la première liste donne les Diatomées qui sont fréquentes dans les eaux du lac; le nombre des croix indique la fréquence relative; cette liste représente ce qu'on peut appeler la flore lacustre. La deuxième liste donne les espèces qui ne se trouvent jamais dans les eaux du lac. Quant aux autres espèces indigènes que l'on trouve indiquées dans son livre, elles peuvent se rencontrer accidentellement dans les eaux du Léman, mais elles ne font pas partie de la flore lacustre.

Diatomées de la flore lacustre du Léman.

† Achnantes flexella Breb.
† Cocconeis pediculus Ehr.
†† C. placentula Ehr.
†† Gomphonema intricatum Ktz.
††† Himantedium pectinale Ktz.
† Cymbella cymbiformis Breb.
† C. lanceolata Ehr.
† C. helvetica W. Sm.
†† C. maculata Ktz.
†† C. gracilis Ehr.
† Navicula dicephala Ktz.
†† N. elliptica Ktz.
† Mastogloïa Smithii Thw.
†† Tryblionella angustata W. Sm.
† Nitschia communis Rab.
†† N. linearis Ag.
† Denticula frigida Ktz.
††† Diatoma elongatum Ag.
† D. vulgare Bory.
††† Fragilaria capucina Desm.
† Synedra vaucheriae Ktz.
†† S. tenuis Ktz.
††† S. ulna, Ehr., var. amphirhynchus.
††† S. gracilis Ktz.
††† Cyclotella operculata Ag.
†† C. Kützingiana Thw.
†† Melosira varians Ag.

D'après ces notes, six espèces de Diatomées seraient très fréquentes dans le Léman à savoir:

Himantedium pectinale, Diatoma elongatum, Fragilaria capucina, Synedra ulna, S. gracilis, Cyclotella operculata.

Diatomées de la flore locale qui ne se trouvent jamais dans les eaux du Léman.

Achnantes flexella Breb., var. alpestris.
Gomphonema dichotomum Ktz., var. auritum.
G. geminatum Ktz.
G. sarcophagus Greg.
P. divergens W. Sm.
Surirella craticula Ehr.
S. helvetica J. Br.
Odontidium anceps Ehr.
Asterionella formosa Hass.

Cymbella alpina Grün.	Diatomella Balfouriana Grev.
Navicula sphaerophora Ktz.	Tetracyclus lacustris Ralfs.
Pinnularia mesolepta Ehr., var. nivalis.	T. Braunii Grün.
» » var. nodosa.	Melosira spinosa Grev.

— D'un lac à l'autre il y a de grandes différences dans la flore littorale. Elle est en général d'autant plus richement développée que le lac est plus petit, et que le littoral du lac est plus large; elle sera donc plus abondante là où les talus du lac sont moins inclinés, où la beine est plus étendue, et où il y a plus d'anses et de golfes abrités.

Je n'ai pas les matériaux nécessaires pour donner la liste des espèces littorales des autres lacs Subalpins. Du reste la flore littorale intéresse plutôt la faune profonde par son développement en masse et par la richesse de sa végétation, que par les espèces qui la composent. Le seul fait que nous avons à noter, c'est donc, que, dans tous les lacs, la région littorale se distingue par une végétation plus ou moins abondante de plantes vertes et d'algues inférieures; cette flore, dans sa grande généralité, est formée de plantes annuelles, qui se développent au printemps pour flétrir en automne.

La plupart des plantes de la région littorale, et en particulier les plus grandes et les plus importantes, sont des plantes annuelles, et ne vivent que pendant une saison assez courte. Mais leur développement très rapide n'en est que plus puissant; elles végètent avec une grande activité. Il en résulte que les phénomènes de désoxydation, qui sont à la base de la vie végétale, sont très intenses, et que la chlorophylle, richement produite, travaille énergiquement à débarrasser l'eau du lac de l'acide carbonique, dégagé par la respiration animale et par les combustions organiques. L'oxygène ainsi développé est une des sources importantes de ce gaz nécessaire à la vie animale.

Les mélanges, occasionnés par les courants, font que cette action favorable sur les gaz dissous dans l'eau, quand même elle s'opère dans la région littorale, se fait sentir jusque dans les grandes profondeurs du lac.

Les débris des plantes du littoral servent non-seulement à la nourriture des animaux herbivores de la région littorale, mais encore, dispersés dans le lac par les courants, ils finissent par sombrer dans les profondeurs et contribuent à l'alimentation de la faune profonde.

Les végétaux de la flore littorale, quelqu'éloignés qu'ils semblent être de la faune profonde, participent ainsi directement à la respiration et à la nutrition des animaux qui vivent dans les grands fonds du lac.

— Nous venons de voir que les plantes chlorophyllées de la région littorale descendent sur les talus du Mont jusqu'à 15—20 et même 25 m. de profondeur. (1) C'est à cette profondeur que se limite la région littorale, au point de vue biologique; c'est dans ces limites

(1) D'après A. Marion les Zostères ne descendent pas, dans les environs de Marseille, au-dessous de 25 ou 30 m., peut-être jusqu'à 35 ou 40 m. (CVII).

que nous devons admettre les frontières où cessent d'être représentées les conditions physiques qui permettent la végétation des plantes vertes. Il est évident que, pour cette végétation, le facteur le plus important, le facteur dominant, est la lumière. Quoiqu'il en soit, comme la vie des animaux de la région littorale est essentiellement liée à l'existence de la flore, la limite de la flore littorale, quelle qu'en soit la cause, détermine la limite de la faune littorale. Il suit de là qu'au-delà de cette limite, nous avons la faune profonde. La limite de 20 à 25 m. est donc pour nous la zône où commence au point de vue biologique la faune profonde des lacs.

Je dois cependant citer ici une observation qui diverge très notablement des faits observés dans le Léman. Le 16 août 1883, dans un draguage opéré près de Stanzstad, au lac des IV-Cantons, j'ai récolté, par 65 m. de profondeur, en assez grande abondance, une Algue filamenteuse verte; elle fut soumise encore vivante au professeur F. Girardet de Morges, qui y reconnut une Spirogyra, mais ne put en déterminer l'espèce, n'ayant pas réussi à en observer la conjugaison. Sommes-nous en présence d'une Algue chlorophyllée végétant à 65 m. de profondeur dans le lac des IV-Cantons?

Cela étendrait considérablement la zône supérieure, dans laquelle la végétation des Algues vertes est encore possible. Mais j'en doute beaucoup; c'est un fait trop divergent de ce que nous avons dans le Léman, où toute plante verte s'arrête à 25 m., au plus, de profondeur. Je crois beaucoup plus probable que j'ai eu affaire à des Algues littorales arrachées par les vagues du föhn, qui soufflait assez fortement dans les jours de mon expédition, et charriées en avant et au fond par les courants; ou plutôt, ce qui me paraît encore plus plausible, ma drague a rencontré une touffe de Spirogyra flottant entre deux eaux, en plein lac, et elle l'a saisie, ou en descendant, ou en montant, et l'a mélangée avec le produit du draguage profond. Ce qui me confirme dans cette idée, c'est que le Dr. Asper qui a fait un grand nombre de draguages dans cette localité, n'a jamais rien trouvé d'analogue, et n'a pas constaté la présence de cette algue dans la profondeur (1).

§ II. Poissons.

Parmi les animaux divers qui peuplent le lac, une seule classe est assez mobile pour passer d'une région à l'autre; ce sont les Poissons, qui par leurs migrations régulières appartiennent alternativement à l'une ou à l'autre des faunes *(Mat. VIII)*. La plupart des espèces appartiennent à la fois aux faunes littorales et profondes, quelques-unes aux faunes littorales et pélagiques, quelques-unes enfin aux faunes pélagiques et profondes. Au lieu de diviser l'étude des poissons en trois paragraphes, rentrant dans chacune de nos trois

(1) Je viens de citer un exemple à peu près semblable dans un paquet de Conferva fontinalis trouvé par moi dans un draguage à 45 m. devant Morges.

faunes, je crois plus utile et plus facile de les considérer ici d'une manière générale et de décrire dans leur ensemble, leurs migrations, telles que je les connais dans le Léman.

Les 21 espèces de poissons signalées par Lunel (XLIII) sont :

Perca fluviatilis	La Perche.	Leuciscus rutilus	Le Vangeron (le Gardon).
Cottus Gobio	Le Chabot.		
Lota vulgaris	La Lotte.	Squalius cephalus	Le Chevaine.
Cyprinus carpio	La Carpe.	Phoxinus laevis	Le Véron.
Cyprinopsis auratus	Le Poisson rouge.	Cobitis barbatula	La Loche franche.
Tinca vulgaris	La Tanche.	Coregonus fera	La Féra.
Gobio fluviatilis	Le Goujon.	C. hiemalis	La Gravenche.
Alburnus lucidus	L'Ablette.	Thymallus vulgaris	L'Ombre.
A. bipunctatus	Le Spirlin.	Salmo umbla	L'Omble chevalier
Scardinius erythrophthalmus	Le Rotengle.	Trutta variabilis	La Truite.
		Esox lucius	Le Brochet.
		Anguilla vulgaris	L'Anguille.

Je commence par écarter de la faune normale du lac:

1° Le Véron, la Loche franche et l'Ombre, qui sont essentiellement des poissons de rivière, et ne se rencontrent dans le lac qu'accidentellement.

2° Le Poisson rouge de Chine qui a été introduit récemment dans le lac par acclimatation accidentelle; il n'est pas indigène et est encore très-rare(1).

3° L'Anguille qui s'y pêche parfois. Mais d'une part ce poisson ne peut arriver qu'exceptionnellement dans le lac, l'émissaire, le Rhône, étant pour lui barré à Bellegarde ; il est extrêmement rare dans le Léman ; d'une autre part ses mœurs me sont inconnues, je ne saurais décrire ses migrations et je préfère le laisser de côté.

Restent 16 espèces bien établies dans le lac.

De ces 16 espèces une seule est cantonnée dans la région littorale et n'en sort pas ; c'est le Chabot qui vit dans les fonds pierreux, et qui ne saurait trouver ce milieu nécessaire à ses mœurs en dehors de la beine et de la grève inondée.

Restent 15 espèces de poissons migrateurs, qui passent d'une région à l'autre.

Deux espèces habitent normalement la région pélagique du lac ; ce sont les Corégones, Féra et Gravenche. Ils sont essentiellement pélagiques et présentent cette livrée spéciale qui caractérise les poissons de ce groupe, blanc d'argent sur le ventre, bleu plus ou moins intense sur le dos. Ces Corégones à régime insectivore vivent aux dépens des Entomostracés pélagiques, les suivent dans leurs migrations diurnes et ne viennent à la côte que en temps de frai. L'époque du frai des Corégones est fort différente d'une espèce à l'autre. La Gravenche fraie en décembre et en janvier, sur la beine; elle entre

(1) J'en ai cependant vu un en plein lac devant Evian.

donc à cette époque dans la région littorale. La Féra fraie en février et mars, dans les plus grands fonds du lac, par 200 à 300 m. de fond, où les pêcheurs de La Vaux et de Savoie lui ont fait, jusqu'en 1883, une chasse désastreuse (1). Pendant cette période la Féra appartient à la faune profonde.

Je joindrai aux Corégones l'Omble-chevalier, qui habite aussi la région pélagique, sans jamais venir dans le littoral. Il se nourrit de Corégones. Comme la Féra, il fraie dans les profondeurs ; un peu moins bas cependant que la Féra, car ses principales frayères, près d'Yvoire, sont par 100 m. environ de fond. On le trouve fréquemment aussi dans les filets à Féra, tendus par 200 ou 300 m., dans le Haut-lac.

Les Corégones sont la proie ordinaire des grands carnassiers, qui vont les chercher dans la région pélagique : la Truite, l'Omble-chevalier, le Brochet, les poursuivent en plein lac ; le Brochet pourchasse la Gravenche sur ses frayères en beine ; la Lotte et l'Omble-chevalier descendent avec la Féra dans les grands fonds à l'époque du frai.

Nous avons encore à citer la Lotte, comme allant frayer dans les grands fonds; elle est souvent prise par les pêcheurs d'Ouchy dans les filets à Féra, en février et mars.

En résumé les grands fonds du lac sont visités annuellement par la Féra, la Lotte et l'Omble-chevalier.

Continuons cette étude sur les migrations des poissons. Des 15 espèces à migrations nous en avons cantonnés trois dans la région pélagique : les 2 Corégones et l'Omble-chevalier : restent 12 espèces.

Les 8 espèces de Cyprinidés connus sous le nom de *poissons blancs* ont des migrations très-régulières; pendant l'été ils vivent en beine, vers le littoral et en hiver ils descendent sur les flancs du mont et le long des talus du lac, de 10 à 40 m. de profondeur. Les carnassiers littoraux, les Perches, les Lottes, les Brochets, les Truites, suivent leur proie habituelle et font les mêmes migrations estivales que les Poissons blancs.

Quel est la cause de cette migration des poissons littoraux, qui vont passer l'hiver dans la zône supérieure de la région profonde? Je la cherche dans deux ordres de faits :

a) dans les faits de température; il arrive souvent qu'en hiver la région littorale se refroidit notablement au-dessous de 4°, tandis que la région pélagique reste à des températures supérieures ; les poissons doivent être attirés par les eaux plus chaudes.

b) dans les faits d'éclairage. Les poissons herbivores, sans cesse poursuivis par les carnassiers, ne peuvent leur échapper en hiver qu'en allant se réfugier à la limite de la région obscure; en effet en hiver les eaux sont si transparentes, qu'elles permettent parfaitement la vue dans les régions éclairées, et les forêts des plantes annuelles de la beine, qui se sont flétries en automne, n'offrent plus la protection de leur ombre.

---

(1) Les nouveaux règlements de pêche, édictés en 1883 en suite de conventions intercantonales et internationales, ont heureusement mis fin à la dévastation qui se faisait en hiver sur les frayères des Féras.

En été au contraire, lorsque les eaux sont opalines, et que, surtout dans la beine, elles sont chargées de poussières, les poissons blancs peuvent venir se réfugier dans les fourrés des forêts aquatiques, où ils trouvent en même temps cachettes contre leurs ennemis, et abondance de nourriture (1).

Je n'ai pas d'arguments décisifs pour me prononcer entre ces deux ordres de causes, mais je me rattacherais plus volontiers à la seconde.

Quoiqu'il en soit, par ces migrations, les poissons blancs et les carnassiers qui les suivent, habitent en hiver dans la zône supérieure de la région profonde.

La région profonde est donc temporairement habitée, dans sa zône inférieure par trois espèces seulement, et dans sa zône supérieure par tous les poissons du lac à l'exception du Chabot et de la Gravenche (2).

Il est inutile d'ajouter que tous ces poissons, insectivores, omnivores ou carnassiers, profitent tous, directement ou indirectement, de la proie facile que leur offrent les invertébrés de la faune profonde, et qu'ils trouvent abondante provision de nourriture dans les régions obscures du lac, que nous allons voir bien plus peuplées qu'on ne l'a supposé jusqu'à présent.

§ III. Faune littorale.

La faune littorale a pour l'étude de la faune profonde un grand intérêt; c'est chez elle que nous devons chercher l'origine de la plupart des animaux qui habitent dans les grands fonds des lacs. Il est donc très-important, si l'on veut comprendre les diverses faunes profondes des divers lacs, que l'on s'occupe en même temps de l'étude des faunes littorales de ces mêmes lacs. Malheureusement l'on est bien loin d'avoir fait ce travail pour toutes les eaux suisses.

Je vais d'abord donner un catalogue de la faune littorale du lac Léman *(Mat. XXXI)*, en réunissant toutes les espèces dont je connais l'existence (3). Les diversités d'habitat

(1) Dans son étude du golfe de Marseille (CVII), A. Marion parle de faits analogues; d'après lui les poissons se cachent dans les forêts de Zostères, les uns pour surprendre leur proie, les autres pour éviter leurs ennemis. Après la chûte des feuilles des Posidonies en hiver, les poissons n'ayant plus cette protection passent la journée dans les retraites et n'en sortent qu'à la nuit. C'est la nuit seulement qu'on peut alors les pêcher.

(2) Il n'y a donc pas dans notre lac une seule espèce de poisson spéciale à la région profonde. Les pêcheurs du moins n'en ont pas encore jusqu'à présent rencontré.

(3) Pour la détermination des animaux de la région littorale du Léman, je m'appuie sur les publications antérieures, et sur les communications obligeantes de MM. Ed. Bugnion de Lausaune et Osten-Sacken d'Heidelberg pour les Insectes, G. Haller de Berne pour les Arachnides, A. Humbert de Genève, H. Vernet de Duillier et A. Lutz de Berne pour les Crustacés, A. Brot de Genève et S. Clessin d'Ochsenfurt pour les Mollusques, G. du Plessis d'Orbe, E. Grube de Breslau et L. v. Graff d'Aschaffenburg pour les Vers, et pour les Molluscoides, Coelentérés et Protozoaires, sur les études de mon collègue et ami le Dr. G. du Plessis, professeur de zoologie à l'Académie de Lausanne, à l'aide obligeante duquel je n'ai jamais fait appel en vain.

dans les différents sols, et les différentes régions du littoral, n'ont pas une assez grande importance pour l'étude des rapports de la faune littorale avec la faune profonde, pour que j'entre ici dans une distinction fort longue et fort compliquée, en une foule de sous-régions (1). Je réunis donc en une seule faune, faune littorale, ce que je pourrais diviser en: Faune de la grève caillouteuse; faune des ténevières; faune des vases de la beine; faune des sables de la beine; faune des talus du mont; faune des murs, roches et pilotis, etc.

I. VERTÉBRÉS.

Parmi les 5 classes de vertébrés, une seule nous intéresse aujourd'hui: les Poissons. Je me réfère à ce que j'ai dit dans le paragraphe précédent; je le résume comme suit:

Une seule espèce, le Chabot, est confinée dans la région littorale et n'en sort pas.

Toutes les autres espèces du lac, au nombre de 15, viennent toutes en beine, à l'exception de la Féra et de l'Omble-chevalier, les unes pour y habiter en été, Cyprinidés et Carnassiers littoraux, les autres pour y chasser accidentellement leur proie, Carnassiers erratiques; les autres pour y frayer, la Gravenche et le Brochet.

II. ARTHROPODES.

Insectes.

A l'état adulte je ne connais que deux espèces habitant dans le lac: Haemonia equiseti, marchant sur les herbes des forêts aquatiques de la beine, et Sigara Lemani, nageant et se fixant sur les pierres et les bois de la beine inondée.

A l'état de larves, il y a une population abondante et variée. Je citerai entr'autres: Chironomus, Tanypus, Anopheles, dans le limon et la vase, Tinodes lurida dans des fourreaux sur les pierres et les bois, Hydroptiles sur les pierres de la beine, Polycentropus dans la vase, Syzira spongillae, parasite des éponges, dans le port de Morges, etc.

Arachnides.

Je me base sur le travail de Haller, en 1882 (LXXI), pour l'énumération des espèces connues dans le Léman, au nombre de 14, dont une parasite:

Arrhenurus sinuator Müller. A. globator Koch. Axona versicolor Kramer. Forelia cassidiformis Haller-Lebert. F. Ahumberti Haller. Hygrobates nigromaculatus Haller. Limnesia histrionica Bruz. L. pardina Neuman. L. undulata Koch. Nesaea binotata Kramer. N. nodata Müller. Atax spinipes Bru-

(1) Dans son esquisse de topographie zoologique du golfe de Marseille, A. Marion distingue les sous-régions suivantes: les ports, la zône littorale émergée, la zône littorale immergée de 0 à 2 m., la région des plages, les prairies de Zostères, le pourtour des prairies de Zostères (graviers, coralligènes, et sables vaseux), les fonds vaseux (CVII).

zelius. A. crassipes Bruz. A. upsilophora Clap., cette dernière espèce parasite des Anodontes.

Toutes ces bestioles, à l'exception de la dernière, sont nageuses, marchent sur la vase ou sur les herbes aquatiques.

Crustacés.

Décapodes. Astacus fluviatilis F., sous les pierres des ténevières.

Amphipodes. Gammarus pulex sous les pierres de la grève submergée et des ténevières, et dans les gazons de Charas.

Cladocères(1). Eurycercus lamellatus O. F. M. Camptocercus macrourus O. F. M. Acroperus leucocephalus Koch. A. striatus Jurine. Alona grisea Fischer. A. acanthocercoïdes Fisch. Alonella excisa Fisch. Pleuroxus personatus Leyd. P. trigonellus O. F. M. P. truncatus O. F. M. Chydurus sphaericus O. F. M. Acanthocercus sordidus Lievin. Daphnia mucronata O. F. M. Simocephalus vetulus O. F. M. Sida crystallina O. F. M.

Ostracodes(1). Candona lucens, Cypris ovum, plus un gros Ostracode vert, de 2 m/m. de long sur 1 m/m. de large, non encore déterminé.

Copépodes (1). Diaptomus castor Jur. Cyclops brevicaudatus Claus. C. serrulatus Fischer. Canthocamptus staphylinus Jur.

Tous ces petits Entomostracés sont nageurs, ou rampent dans la vase ou sur le sol.

III. MOLLUSQUES.

Gastéropodes.

Limnaeus stagnalis dans les baies abritées. L. auricularius sur les cailloux et les plantes de la beine. L. minutus.

Planorbis marginatus Drap. Pl. albus Müll. (Pl. deformis, Hartmann) sous les pierres des ténevières et de la grève.

Bythinia tentaculata, sur le Charas du talus du mont.

Valvata piscinalis sur le sable de la beine.

Ancylus lacustris dans les ténevières. A. fluviatilis près de l'embouchure des ruisseaux.

Lamellibranches.

Anodonta anatina. L.; A. Pictetiana Mortillet, à Villeneuve. A. cygnea, à Villeneuve. A. cellensis, ports fermés et anses abritées (CXXXIII). Les Anodontes vivent de préférence dans la vase ou le limon; elles sont rares dans le sable pur de la beine. Pisidium amnicum, P. Henslowianum, P. pulchellum, Cyclas cornea, dans les parties sableuses et limoneuses de la beine.

(1) D'après les notes de H. Vernet, A. Lutz et les miennes.

IV. VERS.

Annélides.

Chétopodes. Stylaria proboscidea, Naïs elinguis, sur les rameaux des plantes aquatiques.

Saenuris rivulorum, Bathynomus Lemani E. Grube, dans la vase de la beine.

Chaetogaster vermicularis, parasite des Limnées du port de Morges (1).

Hirudinés. Clepsine bioculata, Cl. complanata, Cl. marginata, Nephelis vulgaris, sur et sous les pierres de la grève inondée et des ténevières. Branchiobdella astaci, parasite de l'écrevisse.

Bryozaires. Fredericella sultana, dont les polypiers se fixent sous les pierres de la beine, et sur les rameaux des plantes arborescentes et des Charas du mont.

Rotateurs. Floscularia ornata. Bracchion . . .

Nématoïdes. Mermis aquatilis Duj., en grand nombre autour des racines de Potamogeton crispus, quelques individus isolés dans la vase. Mermis chironomii Siebold, Dorylaimus stagnalis, Trilobus gracilis.

Pour les Nématoïdes, Cestoïdes et Trématodes, parasites des Poissons, voyez le paragraphe où j'en ferai l'énumération, à propos de la faune profonde.

Cestoïdes. Ligula simplicissima se trouve parfois libre dans la vase molle de la beine. C'est évidemment un parasite échappé de son hôte.

Turbellariés. D'après les notes de G. du Plessis et les miennes:

Microstoma lineare Oe. Stenostoma unicolor O. Schm. Prorhynchus stagnalis M. Sch. Monotus (Otomesostoma) Morgiense G. du Plessis. J'ai trouvé sur les Charas du bord du mont cette espèce, décrite d'abord dans la région profonde. Mesostoma lingua O. Schm. M. Ehrenbergii O. Schm. M. pusillum O. Schm. M. rostratum Ehrbg. M. viridatum M. Sch. M. sulphureum De Man. Gyrator hermaphroditus Ehrbg. Plagiostoma Lemani G. du Plessis. Cette belle espèce, que nous avons d'abord découverte dans la région profonde, je l'ai retrouvée dans le littoral sur les Charas du bord du mont. Dendrocoelum lacteum Oerst. D. fuscum Stimps. D. quadrioculatum L. Graff. Ces trois planaires rampent sous les pierres de la beine.

V. COELENTÉRÉS.

Hydroïdes.

Hydra fusca. H. grisea. H. aurantiaca. H. rubra. H. viridis. Ces hydres se trouvent sur les rameaux des plantes aquatiques, sur et sous les pierres de la grève et des ténevières.

(1) Plus un beau Lumbricus, non encore déterminé, que je trouve sous les pierres inondées, près de l'embouchure de la rivière la Morge.

Spongiaires. Spongilla fluviatilis en colonies plates et discoïdes, grisâtres, sous les pierres de la grève et des ténevières ; en grandes colonies d'un beau vert de chlorophylle, d'où s'élèvent des rameaux arborescents atteignant jusqu'à 8 c/m. de long, sur les pilotis des murs de Morges.

VI. PROTOZOAIRES.

Infusoires. Ophrydium versatile, Zoothamnium arbuscula, sous les pierres de la grève et des ténevières. Carchesium polypinum sur les bois et les rameaux des plantes aquatiques. Stentor coeruleus, sur les pierres et roseaux de la beine. St. polymorphus. St. Roeselii. Spirostomum ambiguum. Bursaria truncatella. Cette liste d'Infusoires est évidemment insuffisante.

Rhizopodes. Non encore étudiés. J'ai constaté, dans le temps, dans mon aquarium un grand nombre de Rhizopodes, Amoeba, Difflugia, Arcella, Actinophrys. Mais comme dans l'eau j'avais apporté des pierres et des plantes d'eau provenant des ruisseaux et étangs de la terre ferme, aussi bien que du lac, je ne puis affirmer l'origine lacustre des espèces que j'y ai trouvées.

Telle est la liste des espèces connues dans la faune littorale du lac Léman, ou plus exactement dans le golfe de Morges ; il est probable que la même étude faite sur d'autres régions du littoral amènerait la constatation d'un nombre important d'espèces qui ne sont pas représentées dans la localité de mes recherches.

Nous verrons, par l'étude de la faune profonde, qu'il y a certainement à ajouter à cette liste un assez grand nombre d'espèces qui doivent exister dans la région littorale.

— Il serait fort désirable que l'on possédât pour les autres lacs Suisses des listes analogues, qui rendissent possible une comparaison utile de ces faunes littorales ; pour l'étude des origines de la faune profonde cela serait fort urgent. Malheureusement je ne connais pas pour notre pays de catalogue zoologique général; pour quelques groupes spéciaux l'on pourrait peut-être établir des listes en compulsant les faunes Suisses ; mais arriverait-on à des résultats bien utiles? j'ose en douter. Il est une seule classe, celle des Mollusques, qui, à ma connaissance, ait été étudiée d'une manière un peu suffisante.

Pour la faune malacologique du littoral des lacs nous possédons un travail comparatif du plus grand intérêt, c'est celui de S. Clessin sur la faune des lacs de la Haute-Bavière (XLIV). Je ne sais mieux faire que de traduire ici le résumé que l'auteur lui-même a donné de ses recherches, dans un travail subséquent(XLV). « Les animaux du littoral sont exposés à des conditions de milieu fort mouvementées; grande agitation par les vagues, lumière puissante, variations estivales de température, variations estivales de profondeur d'eau. Les Mollusques qui vivent dans cette région ont dû s'adapter à ces conditions spéciales, à l'habitat des bords des grands lacs. Le nombre des espèces de Mollusques déjà constatées dans les lacs est assez considérable ; mais la plupart de ces formes sont can-

tonnées dans des localités abritées, où elles retrouvent à peu près les conditions de vie des étangs ou des marais. Les espèces qui se sont développées dans les régions ouvertes du littoral, et qui se sont adaptées aux conditions de la vie lacustre, sont au contraire peu nombreuses, mais elles sont en général remarquablement riches en individus. On peut compter comme espèces lacustres : « Limnaea stagnalis. L. auricularia. L. ovata. L. mucronata. Les Physes font absolument défaut. En fait de Planorbes il n'y a que Pl. albus (Pl. deformis) et encore est-elle peu abondante. Dans les Valvées il n'y a que Valvata antiqua. En fait de Bivalves je n'ai à citer que Anodonta mutabilis qui se présente en un grand nombre de variétés lacustres (1), et Unio piscinalis. La seule espèce de Cyclas lacustre est Sphaerium corneum (Sph. duplicatum) ; quant aux Pisidies il y a un grand nombre d'espèces lacustres.

« Toutes les autres espèces, et elles sont nombreuses, que j'ai énumérées dans mes « Beiträge zur Mollusken-Fauna der bayerischen Seen (XLIV) », sont localisées dans des stations protégées contre le choc des vagues, et ne doivent pas être considérées comme de vraies formes lacustres.

« Chez les Mollusques lacustres on reconnaît une variabilité très-étendue entre les divers individus d'une même espèce, variabilité qui n'est représentée dans aucun autre milieu habité par les mêmes animaux. L'on sait que les coquilles des Mollusques aquatiques présentent en général une très-grande variabilité, des variations considérables et des variétés en nombre presque illimité, dans les diverses localités où ces animaux sont soumis à des conditions différentes. Mais dans ce groupe des Mollusques aquatiques, nulle part la variabilité n'est poussée aussi loin que dans les formes lacustres proprement dites.

« Les conditions physiques, ou conditions de milieu, des grands lacs sont tellement différentes de celles des autres masses d'eau douce, qu'elles forcent certains Mollusques à changer leurs mœurs les plus caractéristiques, qu'ils ne sauraient conserver sous peine d'une destruction plus ou moins immédiate. C'est ainsi que les Limnées ont dû renoncer à venir respirer l'air en flottant à la surface de l'eau; si elles avaient gardé cette habitude elles auraient bientôt été brisées par les vagues contre la rive ; c'est ainsi que les Nayades sont forcées de se fixer énergiquement, en dilatant leur pied musculaire dans le sol, pour ne pas être arrrachées par les vagues. L'agitation de l'eau empêche généralement le développement des plantes aquatiques, Potamogeton, Lemna, Utricularia ; ces plantes qui forment la nourriture de nos escargots d'eau, ne peuvent végéter que dans les anses abritées. Partout où ces plantes font défaut, les Gastéropodes sont réduits à brouter les algues qui recouvrent les pierres submergées, d'un tapis fort abondant il est vrai. Or, ces

(1) On sait que Clessin ne reconnaît dans nos Anodontes européennes que deux espèces, Anodonta mutabilis Cless. avec les variétés cygnea, cellensis, piscinalis, anatina et lacustrina, et Anodonta complanata, Ziegler, laquelle est caractérisée par la structure des branchies.

algues sont le plus souvent très-calcaires ; la chaux entrant ainsi en grande quantité dans l'alimentation des Mollusques lacustres, leur coquille est en général fort épaisse.

« Mais ces modifications dans la structure ou les mœurs des Mollusques disparaissent partout où le lac est planté d'herbes aquatiques. Dans ces localités tranquilles, où l'eau est peu agitée, les formes ne présentent plus les particularités des animaux lacustres ; quelques-uns de ces Mollusques ne se différencient en rien de leur frères habitant les marais, étangs ou ruisseaux de la terre ferme ; quelques autres cependant doivent être décrits comme constituant des variétés locales.

« Il n'y a aucun doute que les diverses formes lacustres se soient différenciées par adaptation au milieu. Mais sous ce rapport chaque lac conserve son caractère spécial : je pourrais à peine citer un lac, parmi ceux que j'ai explorés, dont toutes les variétés de Mollusques coïncident avec celles d'un autre lac. Dans chaque lac je trouve une ou plusieurs variétés spéciales, en général au moins une Anodonte et une Limnée. Ces formes sont représentées ordinairement par un nombre considérable d'individus. Aussi, pour comprendre les caractères morphologiques des diverses variétés, il ne suffit pas de considérer seulement les conditions générales du milieu lacustre ; il y a lieu de tenir aussi compte des conditions spéciales de chaque lac et même de chaque station. »

Parmi les lacs dont Clessin a étudié la faune littorale, un seul rentre dans notre région, c'est le lac de Constance. Voici la liste des Mollusques qu'il y admet:

Limnaea stagnalis L., var. bodanica Cl. L. auricularia, typica var. angulata Hartmann, var. tumida Held, var. Hartmanni Studer, var. ampla Hartm., var. papillaris Hartm. L. palustris, var. cervus Gmel., var. peregriformis Cl. L. truncatella Müller. Planorbis carinatus Müll. Pl. deformis Hartm. Bythinia tentaculata L. Valvata contorta Menke. V. piscinalis Müll. V. cristata Müll. Ancylus lacustris. Anodonta mutabilis S. Cless., var. oviformis Cl. A. piscinalis Nils. A. rostata Kok. Unio batavus Lam. Sphaerium corneum var. nucleus Stud. Sph. calyculatum Drap. Pisidium amnicum Müller.

— Il est un groupe d'organismes que nous avons trop négligé dans nos études sur l'histoire naturelle du Léman et des lacs du Nord des Alpes. Ce sont les Protistes qui sont très-richement représentés dans les eaux des lacs, si nous en jugeons par les belles recherches du professeur L. Maggi de Pavie et de ses élèves. Les naturalistes italiens ont constaté un nombre considérable de Protistes, soit dans les eaux littorales, soit dans les eaux profondes. Je donnerai une idée de la richesse de cette faune, en réunissant ensemble les listes, données par Maggi (XLVI) et G. Cattaneo (XLVII), des Protistes des eaux superficielles du lac de Côme ; dans leurs recherches ces auteurs n'ont pas séparé la région pélagique de la région littorale. Je renvoie aux mémoires de Maggi pour les travaux analogues faits dans d'autres lacs italiens, lac de Brinzio, de Varese, de Pusiano, d'Annone, de Garde, d'Idrio, de Candia, etc.

Protistes des eaux superficielles du lac de Côme.

Protomonera. Bacterium termo Duj. Bacillus ulna Cohn. Vibrio rugula Müller.

Lobosa. Amoeba radiosa Ehr. et Auerb. (*) A. diffluens Ehr. A. brachiata Duj. A. Crassa Duj. Arcella vulgaris Ehr. Pseudochlamis patella Cl. et L.

Heliozoa. Actinosphaerium Eichhornii Ehr.

Flagellata. Monas viridis Duj. M. flavicans Ehr. M. lens Perty. M. guttula Ehr. M. ovalis Ehr. Cercomonas acuminata Duj. Microglena monadina Ehr. Euglena viridis Ehr. Paranema virescens Duj. Uvella glaucoma Ehr. U. virescens Bory.

Ciliata. Vorticella microstoma Ehr. V. nebulifera Ehr. V. campanula Ehr (*). V. convallaria Ehr. V. nutans Cl. et L. V. citrina Ehr. Scyphidia piriformis Perty. Epistylis plicatilis Ehr. E. parasitica Ehr. Gerda glans Cl. et L. Oxytricha pellionella Ehr. O. radians Duj. (*). O. gibba Ehr. Stylonichia pustulata Ehr. S. mytilus Ehr. Aspidisca lincaeus Ehr. Paramecium aurelia Ehr. Colpoda cucullus Ehr. (*) Cyclidium glaucoma Ehr. Trachelophyllum pusillum Cl. et L. Amphileptus anaticula Cl. et L. A. meleagris Cl. et L. A. anser Ehr. Loxophyllum fasciola Cl. et L. Chilodon cucullulus Ehr. Coleps hirtus Ehr. C. elongatus Ehr.

D'après une communication fort obligeante du Dr. Cattaneo, je puis, dans la liste ci-dessus, séparer les espèces vivant dans l'eau près du rivage, de celles qui vivent dans le limon. Je marque d'un astérisque (*) les espèces trouvées sur le limon, dans le littoral jusqu'à 20 ou 30 m. de profondeur. D'après Cattaneo, à la surface dominent les Ciliés et les Flagellés, dans le sédiment les Rhizopodes et les Protistes, et dans la région pélagique les Cilio-Flagellés. Nous n'avons aucune raison de ne pas étendre les faits constatés dans les lacs italiens à nos lacs du Nord des Alpes; en attendant que des recherches spéciales aient étudié la faune protistologique du Léman et des autres lacs de la région Subalpine du Nord, nous admettrons que les eaux superficielles de nos lacs sont habitées par une faune abondante et variée de Protozoaires et de Protistes. Qu'il nous soit permis en réclamant la mise en œuvre, chez nous aussi, de ces études, de demander que l'on sépare aussi bien que possible les groupes de protistes des eaux littorales de ceux des eaux pélagiques. Cette distinction, on l'a déjà vu et on le verra encore, est du plus grand intérêt zoologique.

§ IV. Flore pélagique.

La flore pélagique des lacs d'eau douce est fort réduite; elle consiste uniquement en Algues cellulaires de petite taille.

Dans le lac Léman *(Mat. XXXIII)* cette flore ne comprend que les espèces suivantes:

Palmellées. Pleurococcus angulosus Menegh.(1), d'un vert brillant, flottant entre deux eaux; le nombre des flocons de cette Algue n'est jamais assez grand pour donner à l'eau une teinte verdâtre; je ne l'ai jamais vue surnager à la surface, je ne l'ai jamais trouvée dans les draguages profonds.

Anabaena circinalis Rab. (et A. flos aquae)(1), cette petite Algue floconneuse d'un jaune verdâtre, apparaît en hiver parfois en nombre énorme (2); elle flotte entre deux eaux près de la surface.

Diatomées. Gomphonema angustatum. Cette Diatomée, très légère et très peu siliceuse a été trouvée par le prof. J. Brun de Genève flottant à la surface de l'eau dans les taches d'huile (3).

Ces Algues pélagiques ne sont pas spéciales à la région qu'elles habitent, d'après MM. Schnetzler et Brun; elles ne diffèrent en rien de celles qui végètent dans les étangs et les marais; mais leur constance et leur grand nombre dans le lac montrent qu'elles ne sont point des hôtes accidentels dans la région pélagique; elles se développent et se reproduisent dans le lac et forment les rudiments d'une flore pélagique.

---

(1) Déterminé par J. B. Schnetzler.

(2) Leur nombre peut être énorme; le 16 février 1869 pendant une chasse au grèbe qui avait promené notre péniche bien loin sur le lac, j'aperçus pour la première fois ces petits flocons jaunâtres; je constatai leur présence sur une surface considérable, de la Venoge à Evian, de Thonon aux Fontanettes; à 10 flocons par pied carré j'évaluai à 4 milliards le nombre de ces paquets d'Algues qui flottaient dans la partie du lac où je les observai. Mon ami A. Revilliod qui chassait sur une autre péniche vit le même jour, ces mêmes flocons devant Rolle et devant Nyon; ils étaient répandus sur tout le lac. Le 15 mars 1884 en plein lac devant Ouchy j'évaluai leur nombre à un flocon par décimètre carré, soit cent millions par kilomètre carré du lac.

(3) Le prof. J. Brun a exposé, dans la séance du 17 avril 1884, de la société de physique de Genève, ses recherches sur les organismes pélagiques du lac, dans les environs de Genève, au printemps de 1884 (CXXXII). Il a constaté:

Nostoc tenuissimum. Leptothrix rigidula. Bacterium lineola Cohn. Bacillus ulna. Vibrio serpens (Cohn). Spirillum undula Ehr. Merismopedia punctata Ktz. Oscillaria migra var. fusca Vaucher.

En fait de Diatomées, Brun a reconnu à la surface du lac: Asterionella formosa Hassel. Cyclotella Comta et C. operculata Ehr. Nitzschiella (Fragilaria) pecten Castr. Melosira orichalsea (W. Sm.). Nitzschia palea (W. Sm.). N. fonticola Grem. Diatoma Ehrenbergii Ktz. D. vulgare Ber. Cymbella gracilis Rab. Synedra gracilis Rab. Navicula dicephala Ehr. et N. Mauleri J. Br.

Cette liste est très différente de celle que Brun nous avait donnée des Diatomées de la région littorale p. 73, et de celles de Kübler, Brun et Thomas pour les Diatomées de la région profonde (voir plus bas).

En fait de Cilio flagellé, Brun confirme la présence fréquente de Ceratium hirundinella Bergh. syn. de C. macroceras Schr.,

Voyez encore du même auteur: Végétations pélagiques et microscopiques du lac de Genève (CXLI).

Fleur du lac. Au printemps, généralement vers le milieu de mai, on voit le lac sali par d'énormes quantités d'une poussière jaunâtre qui, accumulée par les courants, forme de grandes taches ou traînées; les pêcheurs l'attribuent à une floraison du lac. Ce phénomène a été étudié en 1854 par le professeur J. B. Schnetzler (XLVIII) qui a reconnu que la poussière jaunâtre est essentiellement composée de pollen de conifères; ces pollens proviennent évidemment des forêts des Alpes, et sont apportés au lac par les vents et les affluents. Au milieu de cette poussière, Schnetzler a trouvé une grande quantité d'organismes vivants; il cite entr'autres:

Rotifères: Monostyla lunaris. Salpina mutica. Dileptus aureus.

Protozoaires: Monas lens. Kerona pustulata. Enchelys pupa. Vorticella convallaria. Colpoda cucullus. Chilodon cucullus. Paramecium caudatum. Trachelius fasciola. Loxodes cucullus. Polytoma uvella.

Algues: Vaucheria . . Oscillatoria . . Protococcus sanguineus.

Diatomées: Gomphonema constrictum. Diatoma tenue. Navicula.... Closterium . . .

Tous ces organismes n'appartiennent qu'accidentellement à la région pélagique; ils n'y subsistent que grâce au pollen sur lequel ils prennent leur support et dont ils se nourrissent.

Les Algues qui constituent essentiellement la flore pélagique, aussi bien que celles qui s'y trouvent accidentellement, végètent dans l'eau en assimilant les matières azotées et l'acide carbonique dissous dans l'eau, et en dégageant de l'oxygène; elles contribuent donc à rendre l'eau propre à la respiration des animaux. Elles servent aussi à la nourriture de la faune pélagique et contribuent par cela même, comme nous le verrons, à la nourriture de la faune profonde.

— Des faits analogues ont été constatés dans d'autres lacs. J'ai noté moi-même des Algues pélagiques dans les eaux des lacs de Neuchâtel, de Morat, de Joux, de Thoune, d'Annecy, du Bourget, de Starnberg etc. Mais je n'ai pas eu l'occasion d'en faire faire la détermination spécifique.

L'Algue pélagique du lac de Neuchâtel se présente d'après J. Brun (XLIX) sous trois formes appartenant à une seule espèce de Palmellée, mais qui a reçu les noms de Pleurococcus palustris Kütz. quand elle est rouge, de Tetraspora virescens Hassal quand elle est verte, de Palmella Ralfsii Hass. quand elle est orange.

Au printemps l'eau du lac de Morat se colore parfois en rouge par le fait d'une Oscillariée, Oscillatoria rufescens De Candolle (L).

Dans le lac du Bourget le Dr. O. E. Imhof (LI) de Zurich a reconnu le 5 octobre 1883 des flocons d'Anabaena circinalis de Pleurococcus angulosus, des Gallionelles et des Fragillariées.

§ V. Faune pélagique.

La région centrale ou pélagique de nos lacs est loin d'être inhabitée(II). L'attention des naturalistes a été dirigée sur les animaux qui la peuplent, il y a 15 ans déjà. P. E. Müller de Copenhague constata en 1868, dans nos lacs, l'existence des mêmes groupes d'Entomostracés, qui, quelques années auparavant, avaient été découverts dans les eaux scandinaves par Lilljeborg et Sars (I).

La faune pélagique du lac Léman se compose de divers groupes d'animaux (*Mat. XXXII*).

1° *Les oiseaux pélagiques* appartenant tous à l'ordre des palmipèdes, Larus, Sterna, Colymbus, Podiceps, Anas, Anser, Fuligula, Mergus. Au nombre d'une trentaine d'espèces, ils sont tous des oiseaux migrateurs qui passent, suivant la saison, d'un lac à l'autre; ils sont, comme nous le verrons, un agent très efficace des migrations passives pour les Entomostracés pélagiques.

2° Les *Poissons pélagiques* sont essentiellement les Corégones, insectivores qui se nourrissent des Entomostracés pélagiques, puis les Omble-chevaliers dont le régime est successivement insectivore et piscivore et qui, suivant leur âge, chassent les Crustacés ou les Corégones. Enfin les grands carnassiers, les Truites et les Brochets qui vont chercher et poursuivre les Corégones dans leur région pélagique.

3° Les *Entomostracés pélagiques.* J'ai constaté jusqu'à présent dans le Léman les espèces suivantes: Diaptomus Castor. Cyclops brevicaudatus. Daphnia hyalina. D. mucronata. Bosmina longispina. Sida cristallina. Bythotrephes longimanus. Leptodora hyalina. Ces Entomostracés sont remarquables par diverses particularités entr'autres:

a) par leur transparence absolue; ce fait de mimique (*mimicry*), qui leur a fait prendre la diaphanéité admirable du milieu dans lequel ils vivent, leur sert de protection contre la poursuite des poissons, leurs ennemis acharnés (1).

b) par le grand développement de l'appareil de natation, et la suppression des organes de fixation; ils sont en effet des nageurs condamnés à la natation à perpétuité, sans trève ni repos.

b) par leur mœurs crépusculaires qui les font émigrer pendant le jour dans les couches moyennes du lac par 5, 10, 20 ou 50 m. de profondeur (2), à la limite de l'obscurité absolue, et ne les laissent remonter à la surface que par les nuits calmes et non-éclairées. (Le texte de la note (2) suivra à la page 89 sous chiffre (1).)

(1) Les substances volatiles, qui donnent aux tissus du poisson leur odeur caractéristique, sont déjà élaborées par les animaux pélagiques qui servent essentiellement à leur alimentation. Un filet de Müller, promené dans le lac et rempli de sa riche capture d'Entomostracés, offre d'une manière saisissante l'odeur de poisson.

4° *Les Rotateurs pélagiques.* Un seul naturaliste s'est occupé de ce groupe; dans un travail récent, le Dr. Imhof de Zurich (CXLIX) annonce avoir pêché à la surface du Léman: Asplanchna helvetica Imh. Conochilus volvox Ehr. Anurea longispina Kell. A. cochlearis Gosse.

5° *Les protistes pélagiques.* Jusqu'à présent nous avons trop négligé dans le Léman l'étude de ce groupe d'êtres. Nous ne les connaissons que dans trois conditions.

a) J'ai reconnu l'existence constante d'une espèce d'Infusoire, la Vorticella convallaria qui vit fixée sur l'Algue pélagique, Anabaena circinalis. Tandis que chacun des flocons de l'Anabaena porte constamment des dixaines et des centaines de Vorticelles, cet infusoire ne se fixe jamais sur le Pleurococcus angulosus, autre Algue pélagique, vivant cependant exactement dans les mêmes conditions que l'Anabaena (2).

b) Nous avons signalé, d'après Schnetzler, au milieu des amas de pollen de conifères désignés sous le nom de fleur du lac, un riche développement de protistes.

c) Le professor Brun a trouvé dans la région pélagique de Genève un Ceratium (3) voisin du C. hirundinella (IV) probablement une espèce nouvelle d'après l'opinion de Maggi de Pavie (IV) (4). M. Blanc a pêché en 1884 près d'Ouchy le Dinobryon (sertularia). M. Imhof a trouvé près de Chillon en 1883 et 1884: Salpingoeca convallaria Stein. Dinobryon divergens Imh. D. cylindrum Imh. Ceratium hirundinella Müller. Peridinium tabulatum C. et L. (CXLIX).

---

(1) La profondeur à laquelle les Entomostracés pélagiques descendent pendant le jour a fait l'objet de déterminations assez divergentes. A. Weismann nous dit à ce sujet (LXIV): „ Dans la règle on les trouve réunis entre 10 et 20 m. de profondeur, et au-dessous de 25 m. je n'ai jamais trouvé un seul de ces animaux ". P. Pavesi au contraire les a pêchés à des profondeurs beaucoup plus grandes (LXI. LXII), à 30 m. dans le Viverone, à 50 m. dans les lacs d'Orta, d'Idro, de Garde, dans le Ritom, à 100 m. dans les lacs d'Iseo (5 espèces), de Côme (8 espèces), de Lugano (9 espèces). Quant à moi j'ai constaté à l'aide d'appareils à soupapes (pompe, bouteille à eau) l'existence d'Entomostracés pélagiques à 100 m. et même 150 m. dans le Léman; mais, pour être correct, je dois ajouter que ces appareils étaient traversés par le courant d'eau pendant toute l'opération de la descente; il serait fort possible que les quelques Diaptomus que j'ai capturés ainsi provinssent des couches supérieures du lac. Les grandes troupes d'Entomostracés pélagiques se rencontrent pendant le jour entre 10 et 25 m. de profondeur. Dans un travail récent sur ce sujet (CXLIII) Asper en promenant dans le lac de Zurich une chaîne de filets superposés a trouvé la répartition suivante: Au mois d'août pendant le jour la plupart des animaux pélagiques se tenaient à environ 20 m. de profondeur; les Leptodora et Bythotrephes cependant préfèrent la couche de 5 à 6 m. de profondeur. Pendant la nuit tous les animaux remontent à la surface. Au mois de septembre la faune pélagique est répartie d'une manière assez uniforme dans la couche de 2 à 40 m. de profondeur.

(2) Des faits analogues ont été récemment constatés par Imhof dans les lacs de Zoug et du Bourget (LI).

(3) Le prof. H. Blanc de Lausanne a constaté au printemps 1884 la présence fréquente du Ceratium hirundinella dans la région pélagique devant Ouchy, plus un Dinobryon, peut-être le D. sertularia. Il a montré dans une étude fort intéressante sur les Ceratium (CXLII) que le C. reticulatum de Imhof n'était qu'une des formes de cette espèce très-polymorphe.

(4) Voir la note (3) à la page 86.

6° Enfin quelques animaux égarés loin du littoral se trouvent accidentellement dans la région pélagique ; c'est ainsi que j'ai pêché à la surface du Léman, loin des côtes, deux exemplaires de Piscicola geometra, une larve d'Ephemera, etc. Ces animaux, entraînés par les courants dans une région aux conditions de laquelle ils ne sont pas adaptés, n'appartiennent pas à la faune pélagique, pas plus que les papillons, les hannetons ou les sauterelles qui y sont emportés par les vents.

— Les recherches d'autres naturalistes dans d'autres lacs de la région Subalpine nous permettent d'ajouter, aux faits constatés dans le Léman, les faits généraux suivants : Les travaux de Maggi (XLVI) et Cattaneo (XLVII) dans les lacs italiens ont prouvé que les protistes pélagiques sont nombreux en espèces et qu'ils font partie intégrante de la faune du lac (1).

Imhof a étudié en 1883 la faune pélagique des lacs Subalpins ; il s'est attaché surtout à la recherche des Protozoaires et des Rotateurs qui avaient été trop négligés par ses prédécesseurs et dans la séance du 8 août de la société helvétique de sciences naturelles (LII) il a pu nous donner une liste de 2 Flagellés, 2 Cilioflagellés, 2 Infusoires vorticelliens fixés sur les Entomostracés, et 6 Rotateurs ; au total 12 espèces, dont 7 nouvelles et nommées par lui (LIII) (2). On en trouvera les noms dans la liste générale de la faune pélagique à la fin de ce paragraphe. Imhof a donné la description de quatre de ses espèces nouvelles, dans un mémoire récent (LIV) ; il y figure en particulier sa belle Asplanchna helvetica, Rotateur pélagique aussi transparent que la Leptodora. Il l'a trouvée dans les lacs de Zurich, Zoug, IV-Cantons, Greifensée, Katzensée, Annecy et le Bourget.

Il est encore un animal qui présente tous les caractères des animaux pélagiques et qui a été trouvé dans plusieurs lacs. Ce sont les larves d'une Corethra dont la transparence admirable est aussi remarquable que celle des Leptodora. Asper l'a rencontrée en 1879 dans ses pêches dans les lacs de Zurich, de Zoug, d'Aegeri, de Pfäffikon et de Greifensée ; mais il les attribuait à la faune profonde (LV). En 1879 aussi, Pavesi l'a pêchée dans la région pélagique du lac Revine-Lago, dans le Bellunese et en a reconnu la nature pélagique (LVI). Plus tard moi-même (LVII) et Imhof (LI) nous l'avons retrouvée dans le lac d'Annecy. Je n'hésite pas à en faire un animal pélagique avec Pavesi et Imhof (LVIII).

Un Hydrachnide, l'Atax crassipes O. F. Müller, a été trouvé par Pavesi dans la région pélagique de quatre lacs italiens (LIX). Asper l'a rencontré dans le lac de Zurich (LV). Moi-même je l'ai pêché dans la région littorale du Léman. Sa transparence relative et ses facultés natatoires rendent possible son habitat dans la région pélagique ; mais sa

(1) Voir ce que j'en ai dit au sujet de la faune littorale, page 84.

(2) Depuis lors Imhof a encore découvert deux nouveaux Dinobryon, membres de la faune pélagique (CXLIV).

fréquence dans les étangs et marais de toute l'Europe empêche d'en faire un animal essentiellement pélagique.

— Ce qu'il y a de plus intéressant et de plus spécial dans la faune pélagique c'est le groupe des Entomostracés(1); ils en forment le trait essentiel. En effet les Poissons ne pourraient vivre dans la région pélagique s'ils n'y trouvaient les Entomostracés qui leur fournissent de la nourriture; aussi les suivent-ils dans leur migrations diurnes. Les oiseaux n'y sont que des hôtes accidentels et de passage (2). Les Entomostracés forment donc la partie essentielle et caractéristique de la faune pélagique.

Ils ont été fort bien étudiés dans nos lacs de la région Subalpine. P. E. Müller a exploré à leur recherche les lacs de Constance, de Zurich, de Thoune, le Léman, le lac de St-Moritz (I). P. Pavesi a étudié avec grande attention une trentaine de lacs italiens (LIX, LX, LXI, LXII). G. Asper donne quelques notes sur les Entomostracés pélagiques, qu'il a pêchés dans les lacs de Zurich, de Lugano, de Côme, lac Majeur, Klönsée et Silsersée (XXXVII. LV). A. Lutz a joint à ses recherches sur les Cladocères des environs de Berne quelques études sur la faune pélagique du lac de Bienne (LXV). Je viens de parler des nouvelles recherches d'Imhof. A. Weismann nous a fait connaître le monde des Entomostracés du lac de Constance (LXIII. LXIV).

Il serait donc facile en utilisant ces précieuses observations, d'établir le tableau de la faune pélagique de chacun des lacs ainsi explorés. Mais deux considérations m'arrêtent dans cette manière de faire:

a) Weismann nous a appris que les diverses espèces de Cladocères présentent une périodicité annuelle (CXLV); que pendant certaines saisons elles disparaissent plus ou moins complétement des eaux où elles habitent normalement, et ne s'y retrouvent qu'à l'état d'œufs d'hiver (*Dauereier*); que cette époque de réduction de la population est différente pour chacune des espèces, ayant lieu pour les unes en été, pour les autres en hiver, au printemps, en automne. D'après cela le tableau de la population pélagique d'un lac doit, pour être complet, être dressé d'après de nombreux pêches, faites en diverses saisons; quelques pêches isolées ne suffisent pas à démontrer l'absence d'espèces qui n'auraient pas été capturées.

b) Il résulte de toutes les observations faites sur les Entomostracés pélagiques que la même faune est répandue fort uniformément dans tous les lacs d'eau douce de l'Europe. Les mêmes espèces se rencontrent dans les lacs de plaine et dans ceux de montagnes, dans les lacs Scandinaves, dans ceux du Caucase, dans ceux de l'Italie ou de la Suisse.

(1) Ajoutons, depuis les découvertes d'Imhof, les Rotateurs qui semblent avoir les mêmes caractères que les Entomostracés. En décrivant son Asplanchna helvetica, Imhof nous dit, qu'elle est aussi transparente que la Leptodora hyalina, et qu'elle a entièrement les caractères des animaux pélagiques (LIV).

(2) Quant aux Protistes je les ai trop peu étudiés pour oser me prononcer sur leur compte.

Ce fait déjà indiqué par P. E. Müller (I), qui pouvait comparer utilement les lacs de Suisse avec ceux du Danemark ou de la Scandinavie, a été constaté depuis lors par tous ceux qui se sont occupés de la question. Une répartition aussi étendue des mêmes espèces ne peut s'expliquer que par des rapports fréquents entre les eaux habitées ainsi par la même population. Or ces rapports ne peuvent avoir lieu par migration active; le passage d'un lac à l'autre par les canaux de communication ou par les fleuves n'est pas admissible pour des espèces adaptées à la vie pélagique, et ayant en général des allures lentes et paresseuses. Au contraire, la migration passive, à l'état d'œufs d'hiver, attachés aux plumes des oiseaux de passage, explique parfaitement le transport d'un lac à l'autre. Tous les faits à moi connus du peuplement des eaux temporaires, ou des lacs de date récente, de la présence simultanée de certaines espèces dans des lacs très éloignés ou de l'absence de certaines espèces dans un lac voisin de celui qui les possède, etc., tous ces faits s'expliquent fort bien si l'on admet qu'il y a une faune pélagique commune à tous les lacs d'eau douce, dont les individus et les espèces sont transportés accidentellement à l'état d'œufs d'hiver, fixés aux plumes des oiseaux migrateurs, et vont peupler successivement les différentes eaux où stationnent ces oiseaux. Suivant que les conditions de milieu sont plus ou moins favorables à l'espèce, elle se développe plus ou moins abondamment, elle s'y fixe temporairement ou définitivement, ou ne s'y établit pas.

Si cela est, je n'ai pas à indiquer une faune pélagique spéciale pour chacun des lacs de notre région; je n'ai qu'à donner la liste des espèces dont se compose la faune pélagique générale. Toutes ces espèces peuvent être transportées dans tous les lacs; si une ou l'autre espèce ne trouve pas dans un lac des conditions favorables, elle ne s'y développe pas; mais pour affirmer son absence définitive de ce lac, il faudrait des recherches bien plus suivies que celles jusqu'à présent faites.

Les Entomostracés pélagiques ne sont pas nombreux en espèces, en revanche le nombre des individus est énorme; quand notre filet traverse un de leurs essaims, c'est par centaines, c'est par milliers que nous les capturons; ils représentent un développement considérable de la vie animale.

De quoi se nourrissent-ils, d'où tirent-ils les matériaux qu'ils assimilent. Quelques-uns d'entr'eux sont carnassiers et font leur proie soit des autres Entomostracés plus faibles, soit des Rotateurs et Protozoaires pélagiques. Quant aux phytophages qui ont pour mission d'assimiler la nourriture végétale, ils mangent soit les Algues pélagiques que nous avons citées, Pleurococcus, Anabaena, les Diatomées, soit enfin ces Protomonères invisibles, les Aphanères, que Maggi est arrivé à rendre apparents par les procédés les plus délicats de la technique microscopique (LXVI). Protistes, Algues et animaux assimilent ainsi les matériaux contenus dans les eaux pélagiques du lac; ces matériaux une fois organisés sont utilisés plus tard par la faune profonde.

Le corps des Entomostracés pélagiques a une densité légèrement supérieure à celle de l'eau; aussi les cadavres tombent-ils sur le fond du lac, où nous allons bientôt les retrouver.

En 1876 j'avais fait une distinction entre les espèces propres à la région pélagique et celles qui s'y trouvent accidentellement (larves d'Ephémérides Piscicola geometra). Pavesi dans son dernier travail (LXII) a perfectionné cette division, et il distingue entre:

Espèces eupélagiques, comprenant les formes qui ne se trouvent que dans le milieu des lacs.

Espèces tycopélagiques, celles qui habitent également la région littorale et la région pélagique.

Pavesi ne considère comme eupélagiques que les formes suivantes: Daphnia hyalina. D. cristata. D. galeata. D. Kahlbergensis. Bosmina longispina. Bythotrephes longimanus. Leptodora hyalina. Diaptomus castor et D. gracilis.

Voici la liste des espèces animales qui composent la faune pélagique des lacs de la région Subalpine; les Crustacés sont donnés d'après le dernier travail de P. Pavesi (LXII), les Rotateurs et Protozoaires d'après les recherches d'Imhof (LIII. CXLIV).

Faune pélagique des lacs Subalpins.

Oiseaux appartenant aux genres Larus, Sterna, Colymbus, Podiceps, Anas, Fuligula, Mergus etc.

Poissons. Les espèces du genre Coregonus et Salmo umbla, et les carnassiers qui les poursuivent, Truites, Brochets etc.

Insectes. Larves de Corethra.

Arachnides. Atax crassipes O. F. Müller.

Crustacés. *Cladocères.* Sida cristallina O. F. M. Daphnella brachyura Liev. Simocephalus vetulus O. F. M. Daphnia pulex L. D. magna Strauss. D. longispina O. F. M. D. hyalina Leyd. D. cristata G. O. Sars. D. galeata G. O. S. D. Kahlbergensis Schœdl. Ceriodaphnia quadrangula O. F. M. Bosmina longirostris O. F. M. B. longispina Leyd. B. longicornis Schœdl. Pleuroxus trigonellus O. F. M. Alona quadrangularis O. F. M. Bythotrephes longimanus Leyd. Leptodora hyalina Lilljeb.

Ostracodes. Cypris ovum Jur. C. fuscata Jur.

Copépodes. Diaptomus castor Jur. D. gracilis G. O. S. Heterocope robusta G. O. S. Cyclops signatus Koch. C. serrulatus Fischer. C. tenuicornis Cl. C. gigax Cl. C. brevicornis Cl. C. minutus Cl.

Rotateurs. Conochilus volvox Ehrbg. Asplanchna helvetica Imhof. Anurea longispina Imh. A. spinosa Imh. A. cochlearis Gosse. Triarthra... Polyarthra...

Infusoires. Epistylis lacustris Imh. Acineta elegans Imhof. Vorticella convallaria.

Flagellés. Dinobryon sertularia Ehrbg. D. divergens Imh. D. cylindricum Imh. D. calyculatum Imh. D. petiolatum Duj.

Cilioflagellés. Peridinium tuberculatum Ehrb. Ceratium hirundinella O. F. Müller. (C. reticulatum Imh.)

Chapitre IV. Faune profonde.

§ I. Généralités.

L'existence d'une faune habitant les grandes profondeurs de nos lacs n'a pas été devinée; les naturalistes ne l'ont pas pressentie, c'est le hazard seul qui nous l'a révélée. Nous étions à cet égard aussi aveugles que les zoologistes qui discutaient sur les faunes de l'océan ; malgré les faits isolés qui auraient dû faire soupçonner dès longtemps la faune profonde de la mer, on supposait les abîmes de l'océan déserts et inhabités (LXXV). Nous n'étions pas plus avancés au sujet de nos lacs d'eau douce ; nous nous représentions la vie cantonnée dans les régions superficielles des eaux ; le fond du lac, obscur et glacé, nous semblait impropre à toute espèce de vie.

Le hazard est venu à notre aide. Le 2 avril 1869 je cherchais à prendre des empreintes du sol du lac devant Morges, par 40 m. de profondeur, pour y découvrir l'indice des rides du fond (Ripplemarks), si elles existaient sur le plancher du lac (V) ; la plaque de tôle ensuiffée, que je faisais descendre sur le sol pour y relever mes empreintes, ramassa quelque peu de limon; je le mis de côté pour l'étudier. J'allais placer sous le microscope quelques parcelles de cette argile marneuse, lorsque j'aperçus un petit Nématode blanc, vivant, s'agitant dans le limon. Ce pauvre ver, une larve de Mermis aquatilis, fut pour moi une révélation. Si un être vivant existait dans ce limon, d'autres pouvaient y vivre ; si le limon était habité jusqu'à 40 m. de profondeur, c'est-à-dire dans une région déjà obscure, froide, loin de toute végétation littorale, il pouvait l'être jusqu'à des profondeurs plus grandes. La région profonde devait être habitée.

Dès le lendemain j'avais construit une drague, et je constatais l'existence d'animaux nombreux et variés habitant les talus et le plancher du lac jusqu'à de très grandes profondeurs.

J'ai résumé mes premières recherches sur ce sujet dans mon « Introduction à l'étude de la faune profonde du lac Léman » (LXXVI). Pendant plusieurs années j'ai consacré tous mes efforts à l'étude, soit des animaux de la région profonde, soit des conditions de milieu où ils vivent. Mais j'ai bientôt reconnu que mes forces ne suffisaient pas à cette tâche: trop de faits et des faits trop divers demandaient à être élucidés, et chacun d'eux exigeait des études spéciales et une longue préparation. Je me suis décidé à faire appel au concours des naturalistes, mes collègues et mes amis, et j'ai obtenu leur précieuse collaboration, qui m'a permis non pas de mener à bout ce travail (car quel est le chapitre, et surtout le chapitre de cette importance dans l'histoire naturelle qui puisse être épuisé en une génération), mais d'en esquisser du moins les grands traits. J'ai remis à mes collaborateurs les matériaux que je collectais dans le lac, et j'ai reçu d'eux des études que j'ai réunies sous le nom de « Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du Léman. » J'en ai publié six séries dans les Bulletins de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles, de 1874 à 1879 (LXXVII).

Outre ces études de détail, donc chaque paragraphe traite un côté spécial de la question, j'ai essayé d'en présenter des résumés généraux dans les avant-propos des séries I, II, IV et VI de ces Matériaux; dans deux discours prononcés devant la Société helvétique des Sciences Naturelles, dans les sessions de Schaffhouse 1873 (LXXVIII) et de Coire 1874 (LXXIX); dans un discours prononcé devant la Section de Zoologie de l'assemblée des naturalistes et médecins allemands le 19 septembre 1877 à Munich (LXXX), discours que j'ai résumé dans un mémoire publié dans le volume du Jubilé de Siebold du Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie (LXXXI); enfin dans un discours prononcé devant la section de Zoologie de la Société française pour l'avancement des Sciences, le 29 août 1879 à Montpellier (LXXXII).

Dans le lac Léman, outre les nombreux draguages que j'ai faits pour mon compte, et ceux pendant lesquels j'ai eu l'avantage de jouir de la présence de naturalistes étrangers: MM. G. du Plessis, E. Bugnion, H. Vernet, A. Humbert, H. Lebert, G. Asper, E. Grube, Spangenberg, A. Lutz, Selenka, H. Blanc, j'ai à citer quelques draguages faits devant Ouchy par MM. G. du Plessis, Kursteiner et H. Blanc.

Dans d'autres lacs voici les recherches zoologiques qui sont à ma connaissance:

En 1873 j'ai fait une série de draguages dans les lacs de Zurich, de Neuchâtel, de Constance et de Zell (Constance inférieur) *(Mat. XXII)*. Dans l'été de 1874, je fis avec mon collègue M. G. du Plessis une expédition au lac de Joux, où nous étudiâmes la faune profonde de ce petit lac jurassique.

En 1874, Ph. de Rougemont a fait quelques draguages dans le lac de Neuchâtel (LXXXIII) à la recherche du Gammarus aveugle que j'y avais découvert l'année précédente *(Mat. XXII)*. En 1876 je fis quelques draguages dans le lac de Walenstadt.

En 1879 le Dr. G. Asper a entrepris une série de recherches dans les divers lacs suisses pour l'étude des faunes profondes et pélagiques; il a fait ses draguages dans les

lacs de Zurich, Walenstadt, Pfäffikon, Greifensée, Aegeri, Zoug, IV-Cantons, Majeur, Lugano, Côme, Klönthal, Silz et Silvaplana. Je trouverai dans les études d'Asper, que j'aurai à citer à chaque page, une foule de notes de la plus grande importance pour notre sujet (XXXI. XXXVII. LV).

En 1883 j'ai fait une série de draguages dans les lacs de Zurich, IV-Cantons, Bourget, Annecy (LVII. LVIII) Neuchâtel et Bienne.

En 1883 le Dr. O. E. Imhof de Zurich, à l'occasion de ses études sur la faune pélagique, a fait quelques draguages profonds dans les lacs du Bourget et d'Annecy (LI), et dans le Léman (CXLIX).

§ II. Appareils de draguage.

Dans des bassins aussi peu profonds que nos lacs Subalpins, qui sont le plus souvent calmes, ou ridés à peine par les brises locales, il n'est point besoin d'avoir recours, pour les draguages, aux appareils compliqués, encombrants et dispendieux, nécessaires dans les grands profondeurs de l'Océan ; les animaux que nous avons à pêcher étant tous de très petite taille, il n'y a aucune nécessité à ce que les dragues soient grandes ; il y a au contraire avantage à ce que leurs dimensions soient très réduites, de manière à ce que leur maniement soit possible dans les petits bateaux, qui, le plus souvent, sur nos lacs, sont seuls à la disposition du naturaliste.

Les appareils, dont je me suis servi *(Mat. IV, XXVI)*, sont aussi simples que possible ; ils suffisent du reste parfaitement à toutes les nécessités des sondages zoologiques qui ne dépassent 300 ou 400 m. de fond.

1° *Drague métallique (Mat. IV).* Ma drague consiste en un bidon de zinc, de section ovalaire, de un à deux litres de capacité (Fig. 5), le bord supérieur doit être tranchant, un peu renversé en dehors ; l'anse, en gros fil de fer, porte une boucle à laquelle on noue la cordelette d'attache. Cette cordelette, de 2 à 4 m. de long, relie au plomb de sonde la drague, et la tire en la couchant sur le limon, lorsque le plomb est traîné sur le fond du lac. Cela se fait par une manœuvre très simple du bateau, qu'on fait avancer lorsque le fil de sonde est assez déroulé pour prendre une inclinaison convenable, environ 45° ; quelques coups de rame suffisent, en général pour remplir la drague ; on peut aider à l'opération en tirant rapidement et avec quelques secousses sur le fil de sonde.

Fig. 5.

2° *Drague à filet (Mat. XXVI).* Je prends un râteau de fer, le râteau des jardiniers (Fig. 6), de 20 c/m. de largeur, à 7 dents de 6 c/m. de longueur ; j'y fixe un cercle de fer portant un filet de mousseline, suivant un plan vertical, perpendiculairement au manche, au-dessus et à l'op-

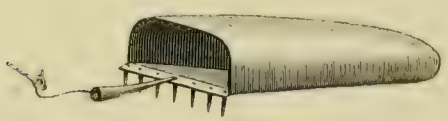


Fig. 6.

posite des dents. Ce râteau doit être traîné sur le sol; mais suivant la consistance du limon, il faut pouvoir faire mordre plus ou moins les dents de fer, et pour cela les incliner plus ou moins sur le plan général de l'appareil; j'arrive à ce résultat en remplaçant le manche de bois du râteau par une tige en gros fil de fer de 25 c/m. de longueur, qui peut prendre une inclinaison convenable, et à laquelle j'attache la cordelette de la sonde. Je traîne cette drague sur le fond du lac et je la retire bientôt, pleine d'une poussière légère d'organismes vivants et morts.

Le maniement de cette drague à filet est un peu plus difficile que celui de la drague métallique; le poids plus lourd des dents du râteau maintient parfaitement l'appareil dans une position verticale pendant la descente; mais pendant cette descente il faut avoir soin de faire avancer doucement le bateau afin que le filet s'étale bien, sans s'accrocher aux dents ou au manche du râteau, ou à la corde d'attache.

La drague métallique prend des échantillons du limon avec les organismes qui s'y trouvent cachés. La drague à filet, beaucoup plus légère, n'entre pas dans le limon; elle glisse à la surface et ramasse seulement les animaux nageurs et les poussières vivantes et mortes, qui sont soulevés par les frottements sur le sol du plomb de sonde, de la corde et du manche du râteau. On y trouve cependant le plus souvent quelques Pisidies, quelques Chétopodes, des Nématoïdes même, qui vivent enfouis dans la vase.

Suivant la recherche que l'on voudra faire, il y aura lieu d'employer l'un ou l'autre des appareils. La drague à filet donne des résultats plus brillants, un plus grand nombre d'animaux vivants; la drague métallique laisse échapper quelques animaux nageurs, mais donne généralement un aperçu plus complet sur la population de la région profonde. Les deux appareils doivent être employés concurremment pour une étude entière du sujet.

L'une ou l'autre de ces deux dragues est attachée par une cordelette de 2 à 5 m. de long au plomb de sonde, lequel sera traîné sur le sol pendant l'opération du draguage.

Le plomb de sonde doit être assez lourd, d'autant plus lourd que le fil de sonde est plus épais, d'autant plus lourd que la profondeur à draguer est plus grande. Je me sers de poids variant, suivant les circonstances, de 2 à 8 kilogrammes.

Le fil de sonde est d'autant meilleur qu'il est plus mince.

Le plus agréable à manœuvrer est certainement un fil de laiton recuit, de un millimètre environ de diamètre; il est assez résistant pour toutes les opérations des draguages dans nos lacs; les frottements dans l'eau sont réduits au minimum, et le travail, soit du draguage soit de la remontée de la sonde est extrêmement facilité. Mais ce fil, comme tout fil métallique, a le grand inconvénient de faire boucle s'il n'est pas convenablement tendu, et, si l'on tire sur une telle boucle, le fil se casse net. Il faut donc user de précautions attentives pour éviter cet accident, et il serait imprudent de confier à une sonde en fil de laiton des instruments de grand prix.

Je n'ai pas essayé jusqu'à présent le fil d'acier de Sir William Thomson; il aurait, sur le fil de laiton, l'avantage d'une plus grande ténacité; il aurait en revanche l'incon-

vénient d'être facilement oxydable et de nécessiter des précautions spéciales; il faudrait ou bien le sécher après usage, ou bien le graisser attentivement.

Le fil le plus commode, en ce qu'il est le moins délicat et demande le moins d'attentions, est une corde fine en chanvre ou en lin, bien tordue, et bien goudronnée. Celle que j'emploie pour mes draguages ordinaires est une corde de 200 m. de long (1), de 4 m/m. de diamètre ; elle est composée de 3 torons, de deux fils chacun.

Je n'ai pas à décrire ici le treuil sur lequel s'enroule la corde ; il peut être simplifié ou compliqué, au gré de celui qui doit s'en servir.

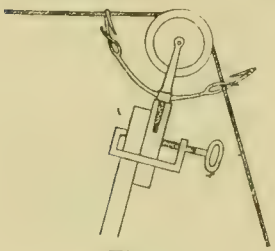


Fig. 7.

Les petits bateaux de nos lacs n'ont pas tous un mat, convenablement placé pour y suspendre la poulie, sur laquelle doit couler le fil de sonde. Il est donc prudent d'avoir une poulie toute prête. J'emploie une poulie de métal (Fig. 7), vissée sur une barre de bois que je fixe aux côtés du bateau, à l'aide d'une ou deux presses à vis. La corde est guidée sur la gorge de la poulie par deux boucles ovales, qui offrent chacune une fente en biseau par laquelle je puis faire entrer ou sortir la corde (2).

§ III. Triage du matériel.

Le produit de la drague à filet est en général propre ; il a été lavé à grande eau par le courant qui traverse la mousseline dans le trajet en retour de la drague, et les poussières organiques que le filet renferme peuvent être immédiatement utilisées.

Il n'en est pas de même du limon que ramène la drague métallique. Il y a lieu de séparer les organismes de l'argile qui les entoure. Pour cela j'emploie deux méthodes qui l'une et l'autre me donnent de bons résultats, et dont je recommanderai également l'emploi, si l'on veut prendre une connaissance entière du sujet *(Mat. V)*.

Dans la première méthode, la plus lente mais aussi la plus sûre, je laisse reposer le limon dans de grandes terrines plates, sous une couche peu épaisse d'eau, et je vais chaque

---

(1) Quand j'ai à faire des draguages ou des sondages dans des lacs plus profonds, j'y ajoute, cela va sans dire, une longueur de fil convenable.

(2) Le prof. H. Blanc de Lausanne a appliqué en février 1884, devant Ouchy, une nouvelle méthode d'exploration du fond du lac. Il descend au fond de l'eau un cadre de bois auquel il suspend quelques plaques de verre, lesquelles s'étalent à la surface du limon ; il fixe l'appareil par un ancrage convenable, et le marquant d'une bouée il le laisse reposer quelques jours dans le lac. Les Protozoaires qui rampent dans le limon se posent sur les plaques de verre, qui peuvent être placées directement sous le microscope. Grâce à cette méthode, qui promet d'être très fructueuse, Blanc a découvert déjà plusieurs Protozoaires, comme nous verrons plus loin.

jour pêcher les animaux qui sortent les uns après les autres du limon. Si la température n'est pas trop élevée, cette pêche peut se prolonger fructueuse pendant huit ou dix jours. Les animaux vivants et mobiles se dégagent les uns après les autres du limon et viennent librement nager dans l'eau, Hydrachnides, Crustacés, Turbellariés; ou ramper à la surface de l'argile, Gastéropodes, Hydres, Frédericelles; quelques-uns enfin, habitant les profondeurs du limon, n'en sortent que lorsqu'ils souffrent et vont mourir, Chétopodes, Nématoïdes, larves de Diptères. Lorsque dans ces bassins la pêche n'est plus productive, je fais écouler l'eau et je laisse sécher lentement la surface du limon; je capture alors les Pisidiums et les Ostracodes, en les allant chercher à l'extrémité des méandres qui signalent leur marche, sur la surface encore molle de l'argile. Enfin je laisse sécher le limon jusqu'à ce qu'il ait la consistance du beurre ou du fromage, et en le râclant délicatement avec la lame renversée d'un couteau, j'y trouve les vers enfouis dans la masse; je recueille ainsi les larves de Diptères, les Chétopodes et les Nématoïdes.

Cette méthode est lente et peu productive; tous les animaux qui ont été froissés pendant le draguage, ou qui sont enterrés trop profondément dans le limon, ne peuvent sortir, et sont perdus pour la recherche. Mais elle donne de bons aperçus sur l'habitat et les mœurs des animaux.

La deuxième méthode, le tamisage, est plus expéditive et plus fructueuse; elle donne rapidement une grande abondance d'animaux vivants ou morts; elle fait connaître en même temps les débris organiques que le limon renferme. Mais elle est plus confuse et ne sépare pas les animaux suivant leur habitat. Le triage se fait à l'aide de tamis de toile de laiton, montée sur des cercles cylindriques ou coniques en zinc; le modèle que je préfère a la forme d'un cône tronqué dont la base inférieure, la plus large, est fermée par la toile métallique, et dont la face supérieure est ouverte (Fig. 8). Grâce à cette forme, dans les mouvements du tamisage, le contenu du tamis est rejeté en dedans, et ne se perd pas comme cela arrive trop souvent dans les tamis cylindriques ou évasés en dehors. La toile de mes tamis compte de 10 à 20 fils au centimètre.

Fig. 8.

Le tamisage doit toujours se faire sous l'eau, c'est-à-dire que le tamis doit plonger dans l'eau par la face inférieure de sa toile métallique. C'est une condition essentielle de la réussite de l'opération et généralement de toutes les manœuvres qui se font sur le produit des draguages; si on la néglige, les animaux mous sont froissés et comprimés contre les fils de la toile et sont réduits en bouillie.

Si l'on veut obtenir facilement, rapidement et complétement, le matériel utilisable d'un draguage, on procédera comme suit: On versera tout le produit de la drague dans une terrine, et on le lavera plusieurs fois à grande eau. Cette eau de lavage entraînera la partie la plus molle de la couche superficielle de l'argile, la plus riche en organismes, et le tamisage fournira une abondante récolte. Quant à l'argile plus dense des couches profondes, elle devra être délayés dans l'eau, de préférence à l'aide d'un jet d'eau, avant d'être soumise au tamisage.

Asper a indiqué une très jolie variante de la méthode du tamisage (xxxi). Au lieu de tamis métalliques, il se sert d'un sac de toile à tamis en soie; il y verse le limon et l'agite dans l'eau. Le sac d'Asper est beaucoup moins encombrant que les tamis métalliques, et ce procédé doit être recommandé en voyage. Pour le naturaliste stationnaire, je préférerais cependant encore l'ancien tamis métallique.

En résumé : Si l'on veut séparer les divers groupes de la faune profonde d'après leur habitat, que l'on étudie le limon produit de la drague métallique en le laissant reposer dans les terrines.

Si l'on veut collecter les animaux nageurs, marcheurs, vivant à la surface ou au-dessus du limon, que l'on emploie la drague à filet d'une part, et d'autre part que l'on tamise la première eau de lavage du limon récolté par la drague métallique

Si l'on veut les animaux vivants dans le limon, que l'on tamise à fond le limon de la drague métallique.

Si l'on veut les débris organiques, les végétaux, le feutre organique, que l'on emploie les tamis.

Pour une étude complète de la faune profonde, il y a lieu de combiner ces différentes méthodes.

— Par ces divers procédés l'on sépare du limon les organismes vivants et morts qui peuvent se classer en quatre groupes :

1° Le feutre organique.

2° Les Algues de la flore profonde.

3° Les animaux de la faune profonde.

4° Les débris organiques et corps étrangers.

Je les étudierai successivement.

§ IV. Feutre organique.

Dès le début de mes recherches j'ai constaté l'existence, à la surface du limon du fond du lac, d'une couche spéciale à laquelle j'ai donné le nom de *feutre organique* (*Mat. XIX*). Si je laisse reposer dans une terrine, pendant quelques jours, du limon du lac sous une couche suffisante d'eau, je vois la surface du limon changer sa couleur primitive, celle de l'argile gris-jaunâtre ou bleuâtre, et prendre une teinte brun-chocolat. Cette coloration apparaît d'abord dans les dépressions et creux, bientôt elle devient générale. Alors tout le limon de la terrine est recouvert d'une couche d'un aspect tout particulier, d'apparence veloutée, aux contours superficiels mous et arrondis, parfois soulevée et détachée du limon par une bulle de gaz qui se développe sous elle, parfois percée d'un trou circulaire, là où une bulle de gaz s'est dégagée. Cette couche s'enlève en écailles de un à deux millimètres d'épaisseur, qui se séparent aisément du limon sous-jacent; elle se laisse facilement

déchirer; elle est plus lourde que l'eau, et ses écailles soulevées par la pincette ou par une bulle de gaz retombent d'elles-mêmes au fond de l'eau.

De même, si je laisse reposer les poussières organiques récoltées avec la drague à filet, elles s'agglutinent bientôt ensemble en une couche adhérente de feutre organique.

Cette couche est organisée et vivante; elle se développe et s'augmente. Si j'enlève quelques écailles de la couche brune qui s'est établie sur le limon d'une terrine, en quelques jours je vois la solution de continuité se rétrécir et se combler, par extension du feutre dès la périphérie au centre. Si le limon a été soumis à la congélation, le feutre organique est tué et la couche brune ne se produit plus. La lumière directe du soleil a une action spéciale sur le feutre organique; elle fait pâlir d'une manière trés évidente la couleur brune superficielle d'une terrine de limon qu'on porte subitement au grand soleil; si l'on fait développer le feutre organique dans un bocal de verre transparent, dont une partie est obscurcie par un vernis opaque, la couche organique est plus brune dans la moitié assombrie, plus pâle dans la moitié éclairée.

Ce feutre organique n'est pas simplement un produit artificiel, résultant du traitement des produits de draguage dans les terrines ou dans les bocaux; il existe dans le lac. Je le trouve fréquemment sous forme d'écailles feutrées, soit dans la première eau de lavage du limon rapporté par la drague métallique, soit dans le produit de la drague à filet.

C'est surtout en hiver et au printemps que le feutre se développe abondamment dans le lac; je le trouve en moins grande abondance et à de moins grandes profondeurs dans les draguages de l'été et de l'automne.

Je ne l'ai constaté positivement dans le lac Léman que jusqu'à la profondeur de 100 m. environ. Dans les profondeurs plus grandes, son existence est au moins douteuse.

Dans les divers draguages opérés le même jour, à peu de distance les uns des autres, je vois une grande différence au point de vue de l'abondance du feutre organique. Dans l'un, les écailles de feutre sont évidentes, nombreuses et de grandes dimensions; dès le premier jour le produit du draguage versé dans une terrine, se recouvre de la croûte adhérente, caractéristique; dans l'autre au contraire le feutre organique semble absent, et ce n'est qu'après de longs jours de repos, que l'on en voit apparaître les traces. Cette différence peut tenir sans doute en grande partie aux circonstances fortuites de l'opération; la drague est aveugle et agit en aveugle; tantôt elle se remplit du premier coup en labourant la profondeur du limon, tantôt elle traîne longtemps à la surface du sol en écorchant seulement la croûte superficielle, dont elle entasse des échantillons nombreux et divers qui se mélangent dans le récipient. Mais en admettant cette irrégularité de l'action de la drague, je n'en crois pas moins à de grandes différences locales dans l'abondance et l'épaisseur du feutre organique, qui est plus ou moins richement développé suivant les places.

Cette couche de feutre organique n'est du reste pas spéciale à la zône supérieure de la région profonde du lac; elle existe dans la région littorale et colore le sol sableux ou vaseux d'une belle teinte brunâtre, lorsqu'une série de jours calmes en a permis le déve-

loppement ; elle couvre le fond des ruisseaux, des étangs, des mares et des marais de la terre ferme.

Etudié au microscope, le feutre organique révèle sa structure. Il est composé d'une masse fondamentale floconneuse, de très petites Palmellacées, en nombre immense, qui donnent à la couche son épaisseur et son aspect velouté ; dans ce lit de Palmellacées, circulent un grand nombre de Diatomées très vivaces, auxquelles est due la couleur brune du feutre ; les Diatomées sont mobiles et elles disparaissent dans l'épaisseur de la couche lorsqu'elles sont frappées par les rayons directs du soleil ; de là les changements de couleur que nous avons notés. Dans la couche de Palmellacées se développent encore les filaments entrelacés de diverses Oscillariées, qui donnent à la couche organique cette consistance de feutre, relativement solide. Enfin l'on y trouve des Algues violettes, isolées, mais elles y sont sans relation directe avec la couche de feutre organique, et semblent y jouer le rôle de corps étrangers, comme les poussières organiques qui y sont empâtées. Nous allons retrouver tous ces éléments végétaux en étudiant la flore de la région profonde.

Cette couche de feutre organique joue un rôle important:

a) Au point de vue des gaz contenus dans l'eau qui faciliteront la respiration de la faune profonde.

b) Au point de vue de l'élaboration des substances organiques dissoutes dans l'eau, en matières organisées qui serviront à l'alimentation de la faune profonde.

c) Au point de vue de la consistance du sol sur lequel ont à marcher, ou dans lequel vivent les animaux de la faune profonde. Au lieu d'une surface vaseuse, molle et mobile, telle que serait le limon minéral du fond du lac, cette couche de feutre organique présente une surface relativement fixée, solide, résistante (1).

§ V. Flore profonde.

La flore de la région profonde des lacs est très pauvre, si j'en juge par celle du lac Léman *(Mat. XVII)*. Elle consiste uniquement en quelques Algues qui forment essentiellement la couche décrite sous le nom de feutre organique. Pour autant que je le sais, ces Algues n'existent même que dans la zône supérieure de la région jusqu'à 100 m. de fond. Au-delà je n'en connais plus avec certitude.

---

(1) Quand on laisse reposer, dans des bocaux, le produit des draguages avec les animaux que contient le limon, on voit se former le feutre organique et l'on peut prendre une idée de l'aspect du fond du lac. On voit la couche veloutée du feutre organique être perforée par les orifices des galeries des larves d'Insectes et des Annélides ; ces galeries dont quelques-unes sont garnies d'un fourreau de soie sortent de la vase de quelques millimètres de hauteur, et sont entourées de tas de déjections terreuses, finement granulées, analogues aux déjections des vers de terre dans nos jardins. On voit en outre s'élever du sol les polypiers de Frédéricelles, sans parler des Hydres, et des coquilles mobiles de Gastéropodes.

Ces Algues sont :

Palmellacées. Pleurococcus roseo-persinicus Ktz. (Beggiatoa roseo-persinica Zopf.), masses gélatineuses, arrondies, grosses comme une tête d'épingle, agglomérées, d'un rose violacé, assez abondantes de 25 à 60 m. et plus. Ces globules sont libres à la surface du limon ou empâtés dans le feutre organique. (Déterminées par J. B. Schnetzler. *Mat. XVII.)*

Palmella hyalina Breb. Zoogloea termo Cohn. Cette petite Palmellacée forme la masse principale du feutre organique (*Mat. XIX*). Elle constitue une masse floconneuse, jaunâtre à la lumière transmise, grisâtre à la lumière réfléchie. Des granulations très petites, environ un millième d'un millimètre, sont noyées dans une masse gélatineuse, amorphe, incolore. La teinture d'iode colore en jaune la masse gélatineuse, en jaune brun les granulations ; parfois un point bleu montre l'existence de fécule dans les granulations. (Déterm. prof. J. B. Schnetzler à Lausanne.)

Saprolégniées. Saprolegnia ferax Ktz. parasite dans le corps des Hydrachnides mortes et même vivantes (observée par H. Lebert. *Mat. XL).*

Oscillariées. Oscillatoria subfusca Vauch. étend ses filaments rouge-violacés dans le feutre organique auquel elle donne sa consistance spéciale (*Mat. XVII)* déterminée par J. B. Schnetzler.) Oscillatoria versatilis Ktz. Beggiatoa arachnoïdea Rab. dont les filaments blanchâtres abondent dans le feutre organique (déterm. par J. B. Schnetzler).

Diatomées. Ces petites Algues forment le groupe le plus abondant ; elles vivent en grand nombre dans le feutre organique, auquel elles donnent sa couleur brune. M. le pasteur J. Kübler de Neftenbach les a étudiées en 1873, d'après des échantillons dragués dans le Léman à 50 m. de fond *(Mat. XVIII).* Voici la liste des espèces qu'il a reconnues ; j'indique par un ou deux astérisques les espèces fréquentes ou très fréquentes.

Epithemia saxonica Ktz.
** Amphora ovalis Ktz.
* Cymbella helvetica W. Sm.
* C. obtusiuscula Ktz.
** Achnantidium microcephalum W. Sm.
** Navicula amphirhynchus Ehr.
** N. gracilis Ehr.
* N. viridula Ehr.
** N. viridis Ktz.
N. major Rab.
Navicula attenuata.
* Denticula undulata Ktz.
* Surirella solea Breb.
S. bifrons Ehr.
* Odontidium hiemale Lyngb.
Diatoma vulgare Bory.
Fragilaria virescens Ralfs.
** Synedra sigmoïdea Ehr.
** S. tenuis W. Sm.
** Cyclotella operculata Ag.
** C. helvetica J. Kübler (1).

(1) Brun considère cette espèce comme synonyme de Surirella norica Ktz. (XLII)

De ces 21 espèces une seule est nouvelle, la Cyclotella helvetica ; elle est décrite dans le § XVIII de nos Matériaux.

Si nous comparons cette liste avec celle que nous avons donnée pour la flore littorale, d'après J. Brun, nous ne trouvons que quatre espèces communes aux deux listes, à savoir : Cymbella helvetica, Diatoma vulgare, Synedra tenuis et Cyclotella operculata; toutes les autres, d'après M. Brun, existent accidentellement dans le lac, mais ne sont pas assez fréquentes pour caractériser la flore lacustre. Et cependant elles sont assez nombreuses dans la région profonde, pour avoir été constatées dans les quelques échantillons que j'ai envoyés à Kübler.

Je trouve encore indiquées dans l'ouvrage de J. Brun (XLII), comme appartenant à la région profonde du Léman Navicula humerosa Breb. et Surirella gracilis Grün.

Dans l'argile de mes draguages profonds, devant Morges, M. Brun a trouvé les espèces suivantes :

Nitschia amphioxus.
Surirella bifrons.
Campylodiscus noricus,
var. costatus (1).
Cyclotella operculata.
C. Kützingiana.
Pinnularia viridis.
Synedra ulna, var. amphirhynchus.
var. aequalis.
Stauroneis phaenicenteron.
St. truncata.
St. punctata.

Dans le produit d'un draguage profond, à 200 m. devant Ouchy, M. Brun a trouvé les mêmes espèces, moins Stauroneis truncata.

Dans divers échantillons de feutre organique que j'ai dragués devant Morges, entre 30 et 45 m. de fond, en 1883 et 1884, M. le pasteur S. Thomas, de Cheseaux près Lausanne, a reconnu les espèces suivantes (IV) :

Achnantes minutissima.
Amphora minutissima.
A. ovalis.
Campylodiscus noricus.
C. spiralis.
Cocconeis placentula.
Cymalopleura solea,
var. apiculata.
Cymbella affinis.
C. caespitosa.
C. cymbiformis.
Navicula elliptica typ.,
var. alpina.
N. mutica (?).
N. neglecta (?).
N. pusilla.
N. limosa,
var. gibberula.
N. viridis.
N. viridula.
Pinnularia major.
Pleurosigma scalproides.

(1) Dont Kübler a fait la Cyclotella helvetica.

Cyclotella operculata,
var. minutula.
Fragilaria constricta.
Navicula amphigomphus.
N. Brebissonii.
N. borealis.
N. Mauleri.
Surirella biseriata.
Pleurosigma attenuatum.
Pl. acuminatum.
Pl. Spenceri.
Nitschia Brebissonii.
N. linearis.
Synedra...(?)
S. linearis.

Il n'y a là de commun avec la liste de Kübler que Amphora ovalis, Navicula viridis, viridula, et major et Cyclotella operculata. Avec la liste de Brun, il n'y a de commun que Campylodiscus noricus et Cyclotella operculata.

Les listes de Diatomées de MM. Kübler, Brun et Thomas diffèrent donc beaucoup les unes des autres. Comment faut-il interpréter des différences aussi considérables dans la flore des Diatomées d'une localité à l'autre, ou plutôt d'un draguage à l'autre? Il me paraît qu'il faut y voir l'indice d'un peuplement local, accidentel, soumis aux variations fortuites d'un apport plus ou moins riche de germes venant du littoral, ou des eaux de la terre ferme. Suivant qu'une plante arrachée au littoral et chargée de telles Diatomées aura été sombrée à la place où je fais mon draguage, le feutre organique sera plus ou moins riche en telle espèce. Si cette interprétation est exacte, la flore des Diatomées de la zône supérieure de la région profonde du lac n'est pas une flore stable et fixée.

Une autre question peut se poser. Ces Diatomées sont-elles établies au fond du lac et y végètent-elles? Ou bien ne vivraient-elles pas dans la région pélagique, d'où leurs squelettes siliceux tomberaient sur le fond, comme le font les cadavres des Entomostracés pélagiques?

Cette dernière alternative a quelques analogies en sa faveur: les Diatomées que l'on trouve dans le limon du fond de l'océan sont attribuées à la surface; souvent à la surface de la mer l'on voit une grande végétation de Diatomées qui salissent l'eau comme le fait notre fleur du lac; nous avons vu d'autre part que dans la région pélagique, Brun a recueilli, flottant à la surface, le Gomphonema angustatum(1); que Schnetzler a trouvé, au milieu de la fleur du lac, des Diatomées appartenant aux genres Diatoma, Gomphonema, Navicula, Closterium; enfin nous savons que tous les bois et toutes les herbes qui ont trempé pendant longtemps dans le lac sont couverts de la mousse brunâtre, caractéristique des Diatomées, et beaucoup de ces corps flottants sont charriés par les courants du littoral dans la région pélagique.

Cependant, malgré ces arguments, je suis convaincu que les Diatomées que j'ai envoyées à MM. Kübler, Brun et Thomas, sont bien des habitants du fond du lac, qu'elles ont vécu

(1) Voir la note (3) à la page 86.

dans le fond et n'y sont pas simplement tombées de la surface. Au moment où je ramène du fond le feutre organique, j'y trouve des milliers de Diatomées vivantes ; d'autre part je n'ai jamais vu l'eau de la région pélagique salie par la végétation des Diatomées comme la chose est décrite pour la mer ; les Diatomées sont en général plus lourdes que l'eau, et dans les terrines où je les vois se développer, elles ne viennent jamais flotter à la surface. Enfin dans la région littorale, ou dans un fond de mare, je vois sur place le feutre organique végéter avec ses myriades de Diatomées, comme je suppose qu'il végète dans la zône supérieure de la région profonde.

§ III. Faune profonde du lac Léman.

Mes recherches personnelles ayant porté surtout sur le lac Léman, je donnerai une meilleure idée de la faune profonde de nos lacs en général en décrivant à fond celle de ce lac ; un exposé rapide de ce qui est connu dans les autres lacs permettra ensuite de juger des ressemblances et des différences.

Je vais donc faire d'abord l'énumération complète des espèces à moi connues dans la région profonde du Léman. Je donnerai la description des formes nouvelles seulement.

I. VERTÉBRÉS.

Poissons.

Comme nous l'avons dit au § 2 du chapitre III, tous les Poissons du lac, sauf deux espèces, le Chabot et la Gravenche, vont temporairement séjourner dans la région profonde; les poissons blancs du littoral et les carnassiers qui les poursuivent habitent pendant l'hiver la zône supérieure de la région profonde, sur les flancs du mont, par 20 à 50 m. de profondeur ; les Féras, les Ombles-chevaliers et les Lottes vont frayer en hiver dans les plus grands fonds. Je n'ai pas à revenir sur ces faits, et je me borne à compter 14 espèces de poissons, comme habitant plus ou moins longtemps la région profonde de notre lac. Ce sont :

Perca fluviatilis	espèce litorale	migration hivernale
Cyprinus carpio	id.	id.
Tinca vulgaris	id.	id.
Gobio fluviatilis	id.	id.
Alburnus lucidus	id.	id.
A. bipunctatus	id.	id,
Scardinius erythrophthalmus	id.	id.
Leuciscus rutilus	id.	id.
Squalius cephalus	id.	id.

Trutta variabilis	espèce erratique	chasses hivernales
Esox lucius	id.	id.
Lota vulgaris	espèce littorale	époque du frai
Coregonus fera	espèce pélagique	id.
Salmo umbla	id.	id.

Aucune espèce de poisson n'est propre à la région profonde.

II. ARTHROPODES.

1. Insectes.

Les Insectes ne sont représentés dans la région profonde que par les larves de Diptères appartenant aux genres **Chironomus** et **Tanypus.** Ces formes sont les mêmes que celles du littoral.

Ils habitent le limon; quelques-uns se tissent un fourreau de soie et de vase.

Quelquefois, mais très rarement, je les ai vus passer à l'état de nymphe. Jamais je ne les ai surpris se transformant en insecte parfait.

Ils ont été étudiés par M. le professeur D. Monnier de Genève *(Mat. XII)* et par M. C. R. d'Osten-Sacken à Heidelberg (IV).

Dans les envois que j'ai faits à ce dernier naturaliste, au printemps de 1884, il y avait trois espèces de larves appartenant au genre Tanypus, et des nymphes de deux espèces.

2. Arachnides.

Les Arachnides de la région profonde appartiennent à trois groupes, Hydrachnides, Acarides, Tardigrades.

A. Hydrachnides.

Ces petits animaux, très nombreux sur le limon du lac, ont été étudiés par H. Lebert, alors à Breslau, auquel j'ai pu envoyer des animaux vivants. Il a cru y découvrir un nouveau genre, le genre Campognatha H. Leb. dont il a décrit deux espèces C. Foreli *(Mat. XIII)*, C. Schnetzleri *(Mat. XL)*.

Plus tard lorsque Lebert est rentré en Suisse il a continué ses études sur l'ensemble des Hydrachnides du lac, et d'après les échantillons vivants que je lui envoyais à Bex ou à Nice, il a décrit, dessiné et nommé 19 formes différentes. Malheureusement la mort est venue surprendre notre ami, avant que son travail fut terminé; la description morphologique était assez avancée, mais le travail zoologique était absolument insuffisant. Désireux de ne pas perdre ces matériaux, travaillés avec tant d'ardeur, je me décidai à publier le manuscrit de Lebert *(Mat. XLIX)*, en invitant les Hydrachnologistes à en faire une critique et une révision. Cet appel a été entendu. Deux auteurs ont repris ce sujet:

F. Kœnike de Brême en a, en 1881, fait une révision (LXXII) qui a supprimé la plupart des noms de genre et d'espèce proposés par Lebert, dans la persuasion où était celui-ci

d'avoir des types nouveaux dans des êtres vivant dans des conditions aussi nouvelles. Kœnike a reconnu dans la plupart de nos Hydrachnides du Léman des espèces déjà connues et décrites (1).

L'année suivante le Dr. Haller de Berne a repris le même sujet en se basant sur les animaux que je lui ai envoyés vivants, et il a publié les résultats de ces observations en 1882 dans son étude zoologique sur les Hydrachnides de la Suisse (LXXI). Dans l'automne de 1883 j'ai pu faire de nouveaux envois à Haller, actuellement à Zurich, qui a constaté encore quelques formes nouvelles (IV, CL).

C'est d'après les dernières publications de Haller, en utilisant les travaux de Lebert et de Kœnike ainsi que mes notes personnelles, que je puis indiquer comme vivant dans la région profonde les huit espèces suivantes :

1. **Hygrobates longipalpis** (Hermann) Kœnike.

Campognatha Foreli H. Leb. partim. *Mat. XIII, XLIX.* C. Schnetzleri H. Leb. *Mat. XL.*

Haller loc. cit. (LXXI) pag. 66. Kœnike loc. cit. (LXXII) pag. 616.

Ce petit Hydrachnide, de 10 à 15 m/m. de longueur, d'un rouge brique avec taches blanches, est très abondant dans toute la région profonde, aussi bien dans la zône supérieure, où il se trouve en nombre à chaque draguage, que dans les plus grands fonds. Les filets à féra des pêcheurs d'Ouchy en rapportent par centaines et par milliers, sitôt qu'ils ont séjourné quelques heures dans les grands fonds du lac (2).

Je ne l'ai pas encore vu dans la région littorale ; mais il y existe probablement, étant donnée sa fréquence dans les lacs suisses, d'après Haller : lac de Zurich, de Constance, de Thoune, lac du Faulhorn, étangs des environs de Berne, etc.

2. **Hygrobates nigromaculatus** (H. Lebert) G. Haller. Lebert. *Mat. XLIX.* p. 490 Haller loc. cit. (LXXI) pag. 67.

Voici la description de Haller, qui venant d'un spécialiste est fort supérieure à celle de Lebert. Je la traduis :

« Hydrachnide de grande taille, 2.0 à 2.5 m/m. de longueur, corps ovale, élargi, largement tronqué entre les poils antenniformes, légèrement échancré. Couleur fondamentale du corps brun-clair sale ; pigment des yeux rouge vif : couleur du sac stomachal noir foncé ; glande dorsale en forme d'Y, très richement ramifiée, avec élargissement aciniforme des extrémités glandulaires, légèrement renflées en massue. La plaque labiale inférieure

(1) P. Kramer (CXXVI) a déjà critiqué en 1879 la création du genre Campognatha de Lebert et a rapporté la C. Foreli au genre Limnesia.

(2) Les œufs de ces Hydrachnides sont abondants dans la vase de la région profonde ; ils sont d'un rouge clair, en groupes de 4 ou 5, dans une substance albuminoïde, transparente ; j'en ai compté jusqu'à 20 paquets dans quelques centimètres cubes de limon.

est unie avec la plaque de la première patte; elle est remarquablement longue et s'étend presque jusqu'à la hauteur du bord postérieur de la plaque épimérale de la 4e patte ; elle se rétrécit à peine en arrière et se termine en pointe mousse. Les plaques génitales ont la figure d'un cœur renversé, plus long que large ; les trois ventouses ovales, qui correspondent au bord externe des plaques, suivent une ligne courbée en dehors ; les deux ventouses antérieures sont placés longitudinalement, la dernière transversalement. Les palpes sont petits et courts, le 2e et le 3e articles ont leur face inférieure presque lisse et couverte d'aspérités à peine visibles ; le 4e article est près de 1½ fois plus long que le précédent. Pattes longues et minces ; la 1e et la 2e sont plus courtes que le corps ; leur couleur est plus pâle que celle du corps ; l'article terminal est d'un gris de plomb ou noirâtre. Il n'y a pas de longues soies ; tous les poils sont courts et robustes. » La description de Haller est faite d'après des individus pêchés dans la zône supérieure de la région profonde devant Morges. Ceux que Lebert a vus, et dont Haller assimile la description à la sienne, venaient de la région littorale.

3. **Pachygaster tau insignitus** H. Leb.

Lebert. *Mat. XLIX,* pag. 519. Pl. XI, fig. 11 et 11 a. Haller loc. cit. (LXXI) 69.

La valeur du genre et de l'espèce de Lebert est reconnue par Kœnike et par Haller. Je traduis la description qu'en donne Haller :

« Genre Pachygaster: Corps mou arrondi, avec différences sexuelles à peine apparentes. Ventre recouvert en grande partie par une plaque finement poreuse, formée par la réunion des plaques épimérales de toutes les paires de pattes. Epimères de la 1re paire de pattes séparés l'un de l'autre et rejetés de chaque côté ; ceux des 2e et 3e paires réunis sur la ligne médiane ; celui de la 4e paire très gros s'élargissant notablement vers l'intérieur. Plaque ventrale largement échancrée au milieu de son bord postérieur pour recevoir l'aire génitale. Aire génitale quadrangulaire avec angles externes arrondis, et à peine rétrécie en avant. Plaques génitales montrant dans leur moitié postérieure, le long du bord interne une rangée simple de petits poils. Les ventouses ne sont pas situées sur la plaque, mais à son côté interne, en une rangée unique, parallèle à la plaque génitale; les ventouses sont au nombre de trois de chaque côté, elles sont de grande taille, de forme rectangulaire allongée. Toutes les pattes sont munies de griffes. Chez le mâle, la dernière patte est ornée de forts pinceaux de soies natatoires, longues et robustes, à l'extrémité extérieure des 4es et 5es articles.

« Les articles terminaux de toutes les pattes, dans les deux sexes, sont armés d'épines courtes et épaisses qui sont surtout nombreuses vers le bord externe. Les pattes sont revêtues d'une épaisse couche chitineuse percée de pores fins et nombreux. L'œil a une cornée très visible. Plaques des glandes cutanées bien développées. »

« Pachygaster tau insignitus H. Lebert. Sur le dos est un dessin d'un tau grec de couleur jaune sur fond noir velouté » (1).

(1) Voir encore la description des nymphes de cette espèce : Haller loc. cit. (CL).

Cet Hydrachnide est moins fréquent que les Hygrobates; il se trouve dans la zône supérieure de la région profonde du Léman de 25 à 40 m. de profondeur; je ne l'ai jamais pêché à plus de 40 m.

Il a été trouvé par Asper dans les lacs de Zurich et de Zoug, mais dans une variété différente par sa coloration.

C'est ainsi que Haller distingue deux variétés de cette espèce:

var. a. Dessin du tau jaune sur fond noir. Léman.

var. b. D'une belle couleur rouge brillante, avec glande dorsale blanche, pattes vertes ou vert-bleuâtre. Lacs de Zurich et de Zoug.

4. **Limnesia pardina** Neuman.

Cette espèce abondante dans la région profonde, a été, dans l'opinion de Haller, jointe par Lebert avec l'Hygrobates longipalpis et il en a fait son genre Campognatha (LXXI).

5. **Nesaea Koenikei** G. Haller, loc. cit. (CL)

Cette espèce nouvelle à été trouvée en deux exemplaires dans le produit d'un draguage fait en nov. 1883 devant Morges, par 50 m. En voici la description traduite des notes de l'auteur (IV). « Corps ramassé, ovale; enveloppe chitineuse des extrémités, finement striée en treillage. Dernier segment de la 3e paire de pattes fortement recourbé, hétérodactyle. Plaques de l'appareil génital étirées en une éminence corniculée au milieu du bord extérieur. Cette corne est armée à la partie postérieure d'une petite éminence accessoire, portant des épines courtes mais épaisses. De chaque côté, mais à l'intérieur de l'aire génitale, 4 à 5 ventouses très petites. Couleur grisâtre; longueur ca. ½ m/m. »

6. **Nesaea reticulata** Kram.

N. lutescens Leb. *Mat. XLIX.* 513. Haller loc. cit. (LXXI), pag. 74.

Trouvée par Lebert au milieu d'un envoi d'Hydrachnides pêchés dans le Léman, par 45 m. de profondeur.

7. **Asperia Lemani** G. Haller, loc. cit. (CL).

Nouveau genre et nouvelle espèce, trouvée par M. Haller dans le produit de mes draguages de Morges, par 40 m. de fond (1).

8. **Atax crassipes** Bruz.

H. Lebert. *Mat. XLIX.* 516. Haller. loc. cit. (LXXI), pag. 77.

Dans la zône supérieure de la région profonde du Léman. Peu fréquent.

---

(1) Le dernier travail de M. Haller (CL) m'étant parvenu au milieu de l'impression de ce paragraphe, je suis obligé de renvoyer à l'original pour la description de l'Asperia Lemani et pour les détails plus complets sur la Nesaea Koenikei.

Cet Hydrachnide, bon nageur, a été trouvé par Pavesi et Asper dans la région pélagique. Je ne l'y ai jamais rencontré, mais étant donnés ses mœurs dans les bassins, où on le voit s'élever dans l'eau et monter à la surface, il n'y a pas de doute qu'il n'est aucunement relégué dans la région profonde et qu'il peut nager dans la région pélagique.

— L'Atax crassipes étant par ses allures un animal nageur n'est pas confiné dans la région profonde. Les sept autres espèces sont au contraire des marcheurs; ils marchent sur le sol sur lequel ils circulent constamment à la recherche de leur proie.

— De ces huit Hydrachnides, quatre sont déjà connus ailleurs, et ne semblent pas modifiés par leur transport dans la région profonde du lac: Hygrobates longipalpis, Limnesia pardina, Nesaea reticulata, et Atax crassipes. L'Hygrobates nigro-maculatus est une espèce nouvelle; elle existe dans la région littorale et elle descend dans la zône supérieure de la région profonde; cela n'offre aucune difficulté.

Quant au Pachygaster tau insignitus ses relations sont moins claires. D'après les données de Haller, il est connu en deux variétés:

variété a. Vivant dans le Léman de 25 et 40 m. et dans le lac des IV-Cantons, et d'autre part dans la Sager-Meer, près d'Oldenbourg, où M. Kœnike l'a pêchée.

variété b. Vit dans les régions profondes des lacs de Zurich et de Zoug, où Asper et moi l'avons draguée.

Il est probable qu'avec de l'attention, nous trouverons une variété de cette espèce dans les eaux littorales de notre lac, ou tout au moins dans les eaux terrestres de notre région; mais cette trouvaille n'a pas encore été faite.

La Nesaea Koenikei et l'Asperia Lemani enfin sont des espèces nouvelles, tout récemment différenciées, en 1884, non encore connues ailleurs. Leurs rapports et leur aire d'extention ne sont pas encore déterminés.

— Le Pachygaster et Hygrobates nigro-maculatus sont abondants dans la zône supérieure de la région profonde, Hygrobates longipalpis dans la zône inférieure.

Voici d'après G. Haller le nombre relatif des Hydrachnides provenant d'un draguage fait à 50 m. devant Morges.

Limnesia pardina	20	exemplaires.
Hygrobates longipalpis	20	»
Nesaea Koenikei	2	»

B. Acarides.

Un **Halicarus** non-déterminé, a été trouvé par G. du Plessis en 1875 dans le produit d'un draguage fait devant Morges par 40m. de fond *(Mat. XXXIV)*. Il a été depuis lors retrouvé fréquemment par ce même naturaliste.

C. Tardigrades.

Arctiscon tardigradum Schrank.

Ce tardigrade est assez fréquent dans le limon. Il a été reconnu pour la première fois en 1875 par le prof. E. Selenka d'Erlangen, dans le produit d'un draguage fait à 40

mètres devant Morges *(Mat. XXXIV)*. Retrouvé depuis lors, il a été déterminé par le prof. G. du Plessis.

Le prof. H. Blanc de Lausanne le trouve en abondance dans le sable fin qu'il drague par 60 m. de fond devant Ouchy.

3. Crustacés.

A. Amphipodes.

1. **Gammarus pulex** Deg.

Ce joli Gammarus, d'assez grande taille et normalement pigmenté, est très rare devant Morges dans la région profonde, où je ne l'ai pêché qu'une seule fois, par 40 m. de fond. En revanche il doit être plus fréquent devant Ouchy, d'où j'en ai reçu plusieurs exemplaires capturés sur les filets à Féra, descendus dans le lac entre 200 ou 300 m. Les pêcheurs m'ont affirmé qu'il se trouvait en grand nombre sur ces filets.

Les individus que j'ai vus différaient peu du G. pulex de la région littorale du lac.

2. **Niphargus puteanus** Koch. Var. **Forelii.** Al. Humb.

Alois Humbert. *Mat. XXXIX. pag. 312.*

Ce joli crustacé, blanchâtre avec des teintes rosées, se trouve en très grande abondance dans la zône supérieure de la région profonde du Léman, à partir de 30 à 40 m.; il existe jusqu'aux plus grandes profondeurs du lac, où je l'ai recueilli dans un draguage à 300 m.; en revanche je ne l'ai jamais trouvé sur les filets à Féra des pêcheurs d'Ouchy (1).

Cet animal a été étudié avec grande attention par A. Humbert de Genève auquel jai remis des échantillons morts ou vivants; cet auteur en fait une variété du Niphargus puteanus de Koch.

Dans son mémoire sur cet animal, Humbert le décrit très attentivement en le mettant en opposition avec la variété qu'il a trouvée dans un puits à Onex, canton de Genève, var. Onesiensis. Je renvoie à l'original pour ces détails. Je me borne à donner ici les dimensions de la variété lacustre, var. Forelii:

Longueur totale de l'extrémité des antennes supérieures à l'extrémité des dernières pattes sauteuses	12 m/m.
Longueur du corps, du devant de la tête à l'extrémité du dernier segment	7 »
Longueur des antennes supérieures	3 »
Longueur de la dernière paire de pattes sauteuses	2 »
Antennes supérieures	19 articles.
Antennes inférieures, fouet	7 à 9 »

(1) Il est possible que l'animal, assez mobile, se dégage des filets et tombe, ou dans l'eau, ou dans le bateau. Je ne l'ai cherché sur les filets que lorsque ceux-ci étaient apportés au rivage; peut-être si j'avais regardé dans la cale des bateaux de pêche, en aurais-je trouvé.

Entre la variété cavicole, habitant le puits d'Onex, et celle du lac, les différences peuvent se caractériser ainsi: Les soies et les épines sont plus nombreuses dans la variété d'Onex ; les organes formés d'articles, tels que les antennes et les pattes natatoires, ont une tendance à être composés d'un plus grand nombre de pièces. Plus grande complication dans la variété du puits d'Onex ; plus grande simplicité dans la variété lacustre.

Quant aux relations de parenté de ce Gammaride avec les autres Amphipodes de la contrée, Humbert estime qu'il est tellement rapproché des Niphargus des puits de la terre ferme, qu'il est convenable de n'en faire qu'une simple variété. C'est peut-être aller un peu loin dans la prudence, et en comparant les caractères différenciels des deux variétés d'Humbert, différences qui portent surtout sur le nombre des articles et des ornements (1), il me semble qu'on pourrait élever la forme lacustre au rang d'espèces. Quoiqu'il en soit, ce rapprochement est un indice de parenté.

Notre Gammaride aveugle est donc, au point de vue morphologique, plus près parent des Niphargus des puits de la terre ferme, que des Gammarus pulex de la région littorale du lac.

B. Isopodes.

Asellus Forelii H. Blanc.

H. Blanc. *Mat. L, pl. XII.*

Dans la zône inférieure de la région profonde, j'ai pêché un Isopode aveugle, appartenant au genre Asellus. Il est de très petite taille, d'un blanc grisâtre, sale; peu fréquent dans les draguages faits devant Morges, entre 75 et 120 m. de fond, il doit être relativement abondant dans les très grands fonds, car j'ai trouvé parfois un assez grand nombre d'exemplaires fixés aux filets à Féra des pêcheurs d'Ouchy. Exceptionnellement, j'en ai trouvé dans la zône supérieure un exemplaire dans un draguage à 60 m., un à 40 m. de fond, et même un à 30 m., devant Morges.

Il a été étudié par le Dr. H. Blanc de Lausanne ; ce zoologiste en fait une espèce spéciale, rapprochée de l'Asellus cavaticus Schiödte, mais dont elle diffère par les caractères suivants:

« Longueur maximale 5 m/m. Longueur des antennes inférieures égalant la moitié de la longueur du corps. Tigelle des antennes inférieures de 13 à 26 articles. Antennes supérieures, tigelle 5 articles. Organes olfactifs, trois chez le mâle, comme chez la femelle. Organes olfactifs ne dépassant jamais en longueur les articles qui suivent sur l'antenne. Dents du bord interne du pied mâchoire, 2, rarement 3 ».

La cécité de l'Asellus Forelii n'est pas sans exception; deux individus, étudiés par Blanc, et pêchés devant Morges et Ouchy par 200 et 300 m. de fond, présentaient des rudiments d'yeux; tous les autres individus jusqu'à présent capturés, même des jeunes

(1) En faisant entrer aussi en ligne de compte les questions généalogiques, comme nous le verrons plus loin.

retirés de la poche incubatrice de la mère, étaient absolument dépourvus d'appareil visuel. L'apparition de l'organe de la vue chez ces deux individus est-il un fait d'atavisme et de retour au type, ou bien est-ce un stade de modification de l'espèce sous des actions de milieu ? c'est difficile à dire.

Notre Asellus du Léman est intermédiaire entre l'Asellus aquaticus des eaux éclairées, dont il diffère par l'absence d'organe de la vision, et l'Asellus cavaticus Schiödte, qui est remarquable par un plus grand développement des organes de l'olfaction. C'est de cette espèce qu'il se rapproche le plus.

Nous discuterons plus tard l'origine de l'Asellus Forelii, et nous verrons que c'est probablement un Asellus cavaticus égaré d'une caverne, qui s'est modifié dans la région profonde du lac Léman.

C. Cladocères.

1. Sida cristallina O. F. Müller.

H. Vernet *(Mat. XIV, pag. 97. XLII, p. 430.)*

Nous trouvons parfois ce Cladocère dans le produit de la drague à filet, provenant de pêches entre 30 et 50 m. Mais je ne suis point sûr qu'il stationne sur le fond ; c'est un bon nageur, qui habite aussi bien la région littorale que la région pélagique ; il est fort possible, qu'il ait été capturé par le filet en traversant la région pélagique.

Moina bathycolla H. Vernet.

H. Vernet *(Mat. XLII. pag. 430.* pl. II. f. 23.*)*

Ce Cladocère diffère, suivant Vernet, du Monoculus brachiatus de Jurine, de la Daphnia brachiata de Liévin et de Leydig, de la Moina brachiata de Baird, quoiqu'ayant avec cette espèce des rapports évidents. Voici un abrégé de la description qu'il en donne.

Longueur totale 0.65 m/m., largeur maximale 0.41 m/m. Antennules longues et fortes, portant des soies délicates, terminées par une papille sensitive de longueur inégale. Pas de soies au milieu du bord antérieur de l'antennule. Antennes très fortes à leur base, plissées jusqu'à la bifurcation, deux soies au bord antérieur, une au bord postérieur. Premier rameau, 3 articles portant, les deux premiers, chacun une soie biarticulée, le troisième, 3 soies biarticulées et une soie simple ; deuxième rameau 4 articles, portant 3 soies biarticulées à l'extrémité du quatrième article, et une soie simple sur les deuxième et quatrième articles. Post-abdomen large, terminé par deux longs crochets, entourés de crochets plus petits et de poils fins. Sur le bord postérieur 18 crochets principaux en deux rangées, puis quelques crochets accessoires. Deux soies biarticulées du post-abdomen de longue taille. Cavité incubatrice logeant deux œufs. Valves de forme assez irrégulière, bordées de soies, ornées elles-mêmes de poils secondaires. Pas de stries sur les valves. Oeil formé de lentilles peu nombreuses, mais grandes. Tache oculaire petite, en arrière au-dessus de l'œil.

Cette Moina nage mal; elle marche sur le sol et chemine au milieu des débris organiques du limon.

3. **Eurycercus lamellatus** O. F. M.

Vernet *(Mat. XIV, 99.)*

Ce beau Cladocère vit dans le limon de la région profonde, entre 30 et 100 m. de profondeur. L'espèce en est fort répandue dans toute l'Europe, mais elle n'était pas encore connue dans notre pays. Jurine en particulier ne l'a pas vue dans les eaux des environs de Genève; il est vrai qu'il n'a probablement fait ses pêches que dans les étangs et les eaux terrestres. Il existe cependant dans la région littorale du Léman, où je l'ai pêché, dans les gazons de Charas du bord du Mont.

4. **Camptocercus macrourus** O. F. M.

Vernet *(Mat. XIV, pag. 99. XLII, pag. 432.)*

Ce Lyncéïde habite comme le précédent le limon de la région profonde. Nous le connaissons aussi dans la région littorale.

La forme que nous avons trouvée dans le Léman est de petite taille, mesure moins d'un millimètre, et n'approche pas de la grandeur de celui de Liévin, qui est, dit-il, de la taille de l'Eurycercus lamellatus.

5. **Alona quadrangularis** O. F. M.

Lynceus striatus Jurine.

Vernet (*Mat. XIV, pag. 99, XLII, pag. 432.)*

Ce Lyncéïde de la région profonde est connu dans les eaux terrestres du pays, où il a été pêché par Jurine et H. Vernet. C'est une espèce marcheuse, incapable de soutenir longtemps la natation.

6. **Pleuroxus . . . .**

H. Vernet (*Mat. XLII, pag. 433.)*

M. Vernet a vu un seul individu de ce genre; il n'en a pas déterminé l'espèce qui est peut-être nouvelle, car elle ne répond pas aux caractères donnés par Baird à ses trois espèces.

D. Ostracodes.

1. **Candona similis** Baird. **C. lucens** Baird.

H. Vernet *(Mat. XIV, pag. 101, XLII, q. 433.)*

Lorsque Vernet a étudié en 1874 le produit de mes draguages profonds, il y avait trouvé un grand nombre de Candona, qu'il avait repartis entre quatre ou cinq espèces différentes. Dans la révision qu'il a faite en 1878 des Entomostracés de la région profonde, il n'a retrouvé qu'une seule espèce qui participe à la fois aux caractères de deux espèces de Baird, la C. similis et la C. lucens; il croit qu'il y aurait lieu de les réunir en une seule et même espèce.

Ce sont des animaux marcheurs, vivant dans le limon et appartenant ainsi certainement à la région profonde, où ils sont très nombreux.

2. **Cypris minuta** Baird.

H. Vernet (*Mat. XIV, pag. 102.)*

Un individu de cette espèce nageuse a été trouvé dans le produit d'un draguage profond, par 40 m. C'est par erreur que Vernet dit (*Mat. XLII)* que cette espèce est des plus fréquentes dans la région profonde.

C'est du reste une espèce commune dans les eaux superficielles.

3. **Acanthopus resistans** H. Vernet.

4. **Acanthopus elongatus** H. Vernet.

Vernet *(Mat. XIV, pag. 103, XLI, pag. 406.)*

Ce genre nouveau de petits Ostracodes d'eau douce, appartenant à la famille marine des Cythéridés, a été créé par le Dr. Vernet pour de petits Entomostracés marcheurs, vivant sur et dans le limon. Ce sont des fouisseurs, qui s'enterrent volontiers dans le limon et le charnier des débris organiques. En voici la description abrégée, que je dois à l'auteur lui-même.

« Valves irrégulièrement convexes, présentant quelques saillies ; les bords sont plus particulièrement garnis de poils. Antennes de la première paire composées de 5 articles, portant des soies. Antennes de la deuxième paire, 4 articles. Le premier porte à son extrémité une longue soie biarticulée. Mandibules ornées de neuf dents ; elles sont en outre munies chacune d'un palpe composé de 4 articles. Maxilles terminées par 4 membres, dont un formé de deux articles ; elles sont ornées d'un grand appendice branchial, flabelliforme, garni de longues soies transparentes. Trois paires de pattes, composées de 4 articles. La première paire est la plus courte, la troisième la plus longue. Les articles basilaires portent un ou plusieurs crochets et une soie très volumineuse. Post-abdomen rudimentaire, réduit à deux lobes arrondis, portant deux poils et encadrant l'extrémité de l'arête dorsale. Au-dessous, deux ouvertures communiquent par un canal à un vaste receptaculum seminis. »

Vernet distingue deux espèces, dont voici les dimensions et les caractères, en résumé :

A. resistans	longueur	0.90 m/m.	largeur	0.53 m/m.
A. elongatus	»	0.95 »	»	0.45 »

Dans le resistans les valves sont plus fermes ; moins transparentes, plus irrégulières. Dans l'elongatus les valves montrent, dans leur profil, une dépression parallèle à la charnière, bifurquée postérieurement. Les valves ont leurs bords renversés en dedans dans le resistans, aplatis dans l'elongatus. Dans l'elongatus les deux valves ne peuvent se fermer complètement ; elles sont légèrement béantes en avant et en arrière. Dans le resistans elle s'appliquent mieux sur toute la longueur.

La couleur est rosée dans le resistans, jaunâtre avec une grande tache noire dans l'elongatus.

Les membres sont plus élancés chez l'elongatus surtout les antennes de la première paire. Ces deux espèces de Cythéridés vivent ensemble, elles sont abondantes dans la zône supérieure de la région profonde devant Morges.

E. Copépodes.

1. **Cyclops magniceps** Lilljeborg.

Vernet *(Mat. XIV, pag. 107, XLII, p. 434.)*

M. Vernet attribue à l'espèce de Lilljeborg un beau Cyclopide assez fréquent dans les draguages profonds.

2. **Cyclops brevicornis** Claus.

Vernet *(Mat. XIV, pag. 107. XLII, pag. 435.)*

Cette espèce, très fréquente dans toutes les eaux superficielles du pays, se rencontre aussi dans le produit des draguages profonds.

Ces deux Cyclops sont nageurs et pourraient dans l'opinion de M. Vernet provenir de la faune pélagique. Cependant dans les aquariums on les voit volontiers se poser sur le sol, et s'enfouir dans le limon, pour s'y cacher ou pour y dévorer leur proie. Ce ne sont pas des nageurs infatigables comme les animaux essentiellement pélagiques, les Diaptomus castor par exemple, ils ne craignent pas de se poser sur le sol. Ils n'ont du reste pas la transparence des espèces pélagiques. Je n'hésite pas à les compter parmi les bonnes espèces de la faune profonde (1).

3. **Canthocamptus staphylinus** Jurine.

H. Vernet *(Mat. XIV, pag. 106.)*

Trouvé dans les draguages à 300 m. de fond dans le Léman.

4. **Canthocamptus minutus** Claus.

H. Vernet *(Mat. XLII, pag. 435.)*

Assez fréquent dans les draguages entre 25 et 100 m.

Ces petits Calanides, animaux limicoles, mauvais nageurs, ne pouvant s'élever dans l'eau, appartiennent certainement à la faune profonde.

F. Siphonostomes.

Argulus foliaceus F.

Parasite des branchies du Brochet, signalé par M. G. Lunel (XLIII).

---

(1) Ces Cyclops sont parmi les plus robustes des espèces de la faune profonde. Lorsque j'ai déposé dans un baquet le produit d'un draguage, si le temps est un peu chaud, tous les animaux marcheurs et nageurs ne tardent pas à périr ; les Hygrobates longipalpis résistent encore fort longtemps, mais les Cyclops sont de beaucoup les plus coriaces et je les retrouve seuls dans nos bocaux après quelques semaines de vie en captivité. Les Limnées partagent souvent cette faculté de résistance.

III. MOLLUSQUES.

1. Gastéropodes.

Les coquilles des Gastéropodes, que j'ai draguées dans les lacs suisses ont été étudiées en 1873 par M. le Dr. A. Brot de Genève *(Mat. XV)* et par M. S. Clessin, alors à Regensbourg (XLV). C'est d'après le dernier de ces auteurs, qui a eu en main tout le matériel pêché jusqu'au moment de ses études, que je vais indiquer les espèces de notre faune profonde.

1. **Limnaea profunda** S. Clessin.

L. stagnalis A. Brot.

S. Clessin, loc. cit. (XLV) p. 171. A. Brot *Mat. XV, pag. 111*, pl. III. Fig. 4.

Description de l'espèce, traduite de Clessin : « Spirale très raccourcie ; en revanche dernier tour très rebondi, 4 ½ à 5 tours. Sur une coquille dont les dimensions sont : hauteur totale 15 m/m., diamètre maximal 9 à 10 m/m., le dernier tour mesure 11 m/m. de haut, et 10 de large, tandisque le précédent n'a plus que 4 m/m. de diamètre. »

Cette Limnée est relativement rare ; nous n'en avons eu que 3 exemplaires venant de 50 m. de profondeur devant Morges.

Il n'y a pas de doute que cette forme ne vienne de la L. stagnalis Müller, et en particulier de la variété lacustris, déjà remarquable par le raccourcissement de la spirale.

Clessin s'étonne du peu de modifications apportées dans la coquille par l'habitat dans les profondeurs.

2. **Limnaea abyssicola** A. Brot.

Brot. *Mat. XV, p. 111*, pl. III, V et VI. Clessin (XLV) p. 172.

Voici la description de Brot: « T. parvula, oblongo-acuta, tenuicula, palliè cornea ; anfractus IV convexi, suturâ impressâ divisi, laxè convoluti, sub lente tenuissimè irregulariter transversè striati ; apertura acutè ovata, supernè acuta, basi rotundata ; margine dextro paululum dilatato; sinistro appresso, rimam umbilicatem occultante; callo parietali conspicuo. »

Longueur 6.5 m/m., largeur 3.5 m/m.

Cette petite Limnée était très abondante en 1870—1874, de 30 à 100 m. de fond devant Morges. Je l'ai pêchée dans un draguage à 260 m. de profondeur devant Ouchy.

D'après Clessin (XLIV) cette espèce vient certainement de la L. palustris Müll. et probablement de la var. flavida Cless. qui habite le bord de quelques lacs subalpins. Nous ne connaissons pas cette espèce palustre dans le lac Léman ; en revanche elle doit habiter les marais de notre pays (?).

3. **Limnaea Foreli** S. Clessin.

S. Cless. (XLV) p. 171. pl. III. Fig. 2. 4.

Description de Clessin : « Coquille de grosseur moyenne, ovoïde allongée, transparente, très mince, couleur cornée blanchâtre, striée de lignes fines et irrégulières, sans traces de la marque d'accroissement annuel. Tours de spirale 5, ventrus, s'élargissant rapidement, séparés par une suture profonde, les trois premiers très petits, formant un petit cône pointu ; dans les vieilles coquilles, le premier tour est souvent brisé, le dernier tour dilaté. Ouverture allongée en ovale pointu, occupant les $^2/_3$ de la longueur de la coquille ; bord très tranchant, un peu élargi ; bord axial large, en haut fortement comprimé, se prolongeant en bas en une coulisse ombilicale étroite, et formant à son arrivée à l'ouverture un angle obtus bien dessiné. »

Coquille	longueur	12 m/m.	largeur	6.5 m/m.
Ouverture	»	8 »	»	6.0 »

D'après Clessin cette espèce dérive sans aucun doute de L. auricularia L. laquelle se trouve en grande abondance dans le littoral du Léman (1).

— Nous étudierons plus tard les questions physiologiques qui se rapportent à la respiration de ces Limnées dans une région où l'air atmosphérique ne peut arriver que dissous dans l'eau.

On trouve fréquemment, dans la région profonde, des œufs de Limnées en paquets cylindriques ou ovoïdes, de petites dimensions, libres dans le limon. Ces paquets contiennent en général un petit nombre d'œufs ; ainsi quatre paquets que j'ai dragués le 6 mars 1884 par 150 m. devant Ouchy contenaient 8, 5, 3 et 2 œufs ; un cinquième n'en contenait plus, les œufs étant probablement éclos. D'autres fois le nombre des œufs est beaucoup plus considérable et se rapproche de la ponte ordinaire des Limnées des eaux superficielles. Ainsi dans un draguage de 45 m. devant Morges le 1 avril 1884 j'ai récolté 8 paquets d'œufs de Limnées ; j'ai compté 60 œufs dans le plus gros, 14 et 10 dans les suivants, etc. Ces œufs sont en général fécondés et vivants. Placés en aquarium, ils se développent fort bien (2).

4. **Valvata lacustris** S. Clessin.

Clessin XLV p. 177.

V. obtusa Drap. Brot *Mat. XV, pag. 110.*

---

(1) Dans une lettre récente, février 1884, Clessin met en doute la distinction qu'il avait établie entre L. Foreli et L. abyssicola, en en faisant des espèces distinctes. Il pencherait aujourd'hui vers l'idée que ce ne sont que des variétés locales d'une même espèce (IV).

(2) Ces différences dans la richesse des pontes viennent probablement de la transformation plus ou moins complète en espèces abyssales, suivant que l'acclimatation dans la région profonde a eu lieu pendant un plus ou moins grand nombre de générations.

Description de Clessin : « Coquille turbinée, un peu comprimée, ombiliquée, épaisse, jaune sale, striée de lignes fines irrégulières ; 4—5 tours s'accroissant très lentement, arrondis, séparés par une suture très profonde ; ouverture circulaire, bord continu tranchant.

Diamètre 4 m/m., hauteur 3.2 m/m.

D'après Clessin cette Valvée, quoique elle se rapproche plus pour la forme de la V. alpestris Braunel, doit provenir de la V. antiqua Sow., abondante dans le littoral de notre lac.

Je l'ai pêchée, peu fréquemment, dans les premières années de mes draguages ; depuis longtemps je ne l'ai presque plus rencontrée.

2. Lamellibranches.

Je note ici l'absence absolue des Naïades (Anodontes et Unios) dans la région profonde des lacs, absence dont je discuterai plus loin la signification. Dans la région profonde du Léman je n'ai pas non plus trouvé de Cyclas, quoique ce genre soit représenté dans le littoral. Les seuls Lamellibranches que j'aie à citer sont les Pisidiums, qui sont très abondants dans le limon de la région profonde de tous les lacs. Ceux du Léman ont été étudiés par M. le Dr. A. Brot (*Mat. XV)* puis par M. S. Clessin. *(Mat. XX, 147. XXXV, 268).*

1. **Pisidium Foreli** S. Clessin.

Clessin, *Mat. XXXV, pag. 269.* pl. III, Fig. 2.

Je traduis ici la description de Clessin. « Coquille très petite, ovoïde, mince, transparente, ventrue, striée d'un dessin fin et irrégulier, brillante, de couleur cornée. Sommets larges, gonflés, saillants près du milieu de la coquille. Partie antérieure assez courte, très peu appointie; partie postérieure arrondie. Bord antérieur un peu courbé, court, limité du côté des bords latéraux par la saillie assez prononcée des angles du corselet et de la lunule, bord postérieur tombant verticalement, peu recourbé, séparé du bord inférieur par un angle assez arrondi ; bord inférieur peu recourbé, sa courbure s'accentuant vers le bord antérieur ; bord antérieur tombant verticalement, avec une faible courbure à partir de l'angle de la lunule, formant avec le bord inférieur un angle à peine visible. Ligament court, mince, en saillie. Nacre très peu développée. Lame cardinale très fine.

« Valve gauche. Dents cardinales 2. L'intérieure assez haute s'élevant légèrement d'avant en arrière, à peine courbée; l'extérieure très fine, moins haute, presque droite, entourant presque complètement la dent intérieure. Dents latérales simples; l'antérieure très près des dents cardinales, assez haute, avec pointe mousse; la postérieure moins haute, moins pointue.

« Valve droite. Dent cardinale 1, peu recourbée, s'épaississant un peu en massue en arrière ; cet épaississement est légèrement échancré au milieu, et se prolonge en pointe fine en avant. Dents latérales doubles, très fines, peu appointies, les dents externes très petites. »

« Longueur 2.1 m/m., largeur 1.7 m/m., épaisseur 1.5 m/m. »

Cette espèce est très fréquente dans le lac Léman où elle se trouve dans toutes les profondeurs, depuis 25 à 300 m.

2. **Pisidium profundum** S. Clessin.

Clessin. *Mat. XXXV, p. 273.* pl. III, fig. 5.

Je traduis ici la description de Clessin : « Coquille petite, ovoïde, arrondie, assez épaisse, ornée de stries fines mais très irrégulières, brillante. Epiderme de couleur cornée jaune. Sommets larges, assez saillants, très rapprochés du bord postérieur. Partie antérieure large, assez longue, arrondie ; partie postérieure courte, tronquée. Bord supérieur courbé ; angles du corselet et de la lunule à peine marqués ; bord postérieur tronqué, limité à ses extrémités par des angles arrondis ; celui qui touche au bord inférieur est très bien marqué ; bord inférieur peu bombé, assez recourbé cependant vers le bord antérieur; bord antérieur très courbé. Ligament court, fort en saillie. Nacre blanche, calcaire. Lame cardinale large.

« Valve gauche. Dents cardinales 2 ; l'interne courte, assez épaisse, à peine courbée, s'effaçant progressivement en avant, de telle manière qu'elle semble n'être qu'un épaississement du bord des lamelles cardinales; de même aussi le sillon entre les deux dents cardinales est un peu enfoncé dans les lames, et est en relation avec la fossette qui est située entre la dent latérale antérieure et le bord extérieur des lames; dent cardinale externe courte, mince, peu courbée, faisant à peine saillie en arrière sur la dent interne ; en avant ayant presque la même longueur que celle-ci. Dents latérales simples ; l'antérieure très solide et haute, à pointe émoussée, la postérieure plus basse.

« Valve droite. Dent cardinale 1, à peine courbée; son extrémité postérieure forme un cône triangulaire court, son extrémité antérieure est très fine, plus basse. Dents latérales doubles; les internes sont très fortes et assez élevées, peu appointies, les externes sont très courtes et petites.

« Longueur 3.1 m/m., largeur 2.4 m/m., épaisseur 1.6 m/m. »

Je l'ai trouvé dans mes draguages à l'extrémité orientale du Léman, près de Villeneuve et Chillon, par 60 et 80 m. de fond.

IV. VERS.

1. Hirudinés.

Piscicola geometra L.

Cet Annélide, qui d'après l'étude qu'en a faite le prof. Ed. Grube de Breslau (iv), ne se distingue en rien de l'espèce typique, existe libre dans la profondeur du lac. Je le trouve dans le limon que ramène la drague, volontiers fixé aux corps solides de ce limon, comme les scories de coke jetées hors des bateaux à vapeur. Si l'on veut le collecter en nombre, on n'a qu'à le chercher sur les filets à Féra des pêcheurs d'Ouchy.

2. Chétopodes.

Les Chétopodes de la région profonde que Ed. Grube a étudiés sur place, dans deux courses qu'il fit dans ce but à Morges, sont au nombre de trois espèces.

1. **Tubifex rivulorum** Lam. Saenuris variegata Hofm.

Vit dans le limon de la région profonde ; il ne diffère en rien de l'espèce des eaux littorales et terrestres.

2. **Saenuris velutina** Ed. Grube.

Ed. Grube CVIII pag. 72.

Grube rapporte cette belle espèce au genre Saenuris, quoique dans la rangée supérieure des soies il n'y ait que des poils, et dans la rangée inférieure des soies à crochets. L'espèce est caractérisée par les papilles courtes et molles qui recouvrent tout le corps et lui donnent une couleur grise, ou brun-ocré opaque, avec un clitellum blanchâtre du neuvième au onzième segment. La tête est triangulaire, un peu plus large que longue ; unie au deuxième segment, elle est tellement contractile que le plus souvent le deuxième segment, avec ses poils, semble former l'extrémité du corps. Les poils de la rangée supérieure sont distribués en groupe de deux; les poils à crochets de la rangée inférieure sont, ou bien en groupes de deux, ou bien isolés ; ce n'est qu'avec de forts grossissements que l'on distingue les deux dents de la pointe.

Ce ver est très fréquent dans la région profonde, dont il habite le limon. Je ne l'ai pas encore trouvé dans la région littorale.

3. **Bythonomus Lemani** Ed. Grube.

Ed. Grube CVIII, pag. 72, CIX pag. 66.

Cet Annélide présente, comme le genre marin Clitellio, 2 rangées de soies à crochets ; la rangée supérieure est fort difficile à voir. Ces soies sont réunies par groupes de 2, quelquefois par groupes de 4; elles sont peu saillantes, et il faut de forts grossissements pour distinguer les deux dents du crochet. La forme de la tête, ainsi que la couleur rouge du sang, rappellent le genre Clitellio. Mais dans l'espèce du Léman, il n'y a pas de traces du clitellum qui dans le genre marin embrasse trois segments du corps.

Le ver mesure 20 m/m. de long dans les exemplaires conservés à l'alcool, 40—50 m/m. dans les animaux vivants ; le corps est formé de 40 à 62 segments. Les 7 à 8 premiers segments sont courts et traversés par l'œsophage ; l'intestin, très apparent à travers les parois du corps, est rétréci à la limite des segments et ressemble à un chapelet de perles. On ne peut distinguer l'estomac. A la paroi ventrale du neuvième segment, deux vaisseaux en cœcum qui n'apparaissent qu'après l'ouverture du corps, appartiennent à l'appareil génital ; il en est de même de sphérules blanchâtres qui entourent l'intestin du huitième au treizième segment.

Le vaisseau dorsal, outre les bras qui le relient au vaisseau ventral, envoie de petits vaisseaux doubles, courts, terminés en cœcum (1).

Le Bythonomus, comme les Tubifex, vit enfoui dans le limon où il se creuse de longs tunnels ou galeries.

Les œufs de cet Annélide sont enfermés dans de petits cocons ovoïdes, prolongés à chaque extrémité par un tube ouvert, de couleur brun-verdâtre, élastiques, cornés, qui se trouvent en grande abondance dans le limon. Nous avons pu constater dans un de ces cocons deux jeunes vers, dans lesquels M. Grube a reconnu les caractères génériques du Bythonomus.

Cette espèce n'est pas spéciale à la région profonde. J'en ai retrouvé des individus dans la vase de la beine devant Morges, et Grube a confirmé ma détermination.

3. Nématoïdes.

1. **Gordius aquaticus** L.

Un ver de cette espèce a été trouvé par un pêcheur de St-Prex dans ses filets, qui avaient séjourné dans le lac par 40 m. de fond. Ce pêcheur nous a dit avoir fait déjà plusieurs fois semblable trouvaille.

2. **Mermis aquatilis** Dujardin.

Le professeur E. Bugnion de Lausanne a déterminé ainsi (XCIV) un beau Nématoïde blanc, quelque fois rosé ou verdâtre, qui abonde dans le limon de la région profonde du lac. J'en ai trouvé trois larves parasites dans le corps d'une seule larve de Tanypus, draguée à 40 m. devant Morges, en mars 1884.

Cette même espèce est très fréquente aussi dans le limon de la région littorale ; on en trouve des groupes parfois considérables, pelotonnés autour des racines de Potamogeton crispus (CX).

3. **Dorylaimus stagnalis** Duj.

Ce petit ver, déterminé par E. Bugnion, fourmille dans le feutre organique et dans les poussières que récolte la drague à filet ; il ne diffère en rien de l'espèce littorale.

4. **Trilobus gracilis** Bastian.

Abondant aussi dans le charnier du fond du lac ; (déterminé par Ed. Bugnion).

— **Nématoïdes, parasites des poissons** (2). Godefroi Lunel de Genève a constaté dans les poissons du lac les espèces suivantes. Je renvoie au travail original pour l'indication des espèces de poissons qui présentent ces divers parasites *(Mat: XLVIII)* :

---

(1) Ce ver avait été rapporté par nous, dans nos premières études au genre Lumbriculus, d'après la détermination provisoire de G. du Plessis. On trouvera des traces de cette première désignation dans quelques-unes de mes anciennes listes d'espèces, et, si je ne fais erreur, aussi dans celle d'Asper.

(2) Voir encore le récent travail du Dr. Fritz Zschokke (CLI) sur les parasites des Poissons du Léman. Il énumère 11 Cestodes, 11 Trématodes, 3 Acanthocéphales, 9 Nématodes.

Filaria ovata Zed. **Cucullanus elegans** Zed. **C. salarias** Gœz. **C. globulosus** Zed. **Ascaris percae** Gœz. **A. gobionis** Gœz. **A. capsularia** Rud. **A. acus** Bloch. **Echinorhynchus percae** Pall. **E. clavaeceps. E. nodulosus** Schr. **E. globulosus** Rud. **E. tuberosus** Zed. **E. angustatus** Rud.

4. Cestoïdes.

Ligula simplicissima Rud.

Ce Cestoïde, parasite des Cyprins du lac, se rencontre rarement à l'état de liberté dans l'eau ; j'en ai cependant trouvé une quinzaine d'exemplaires, provenant surtout de la région profonde, mais aussi de la région littorale. Je les ai soumis à l'examen du professeur Lortet et du Dr. Duchamp de Lyon, auteurs d'études spéciales sur ce groupe de vers; ils ont reconnu l'identité entre la forme libre et le parasite.

— **Cestoïdes parasites des poissons.** D'après les études de G. Lunel *(Mat. XLVIII).*

Caryophyllaeus piscium Gœze. **C. mutabilis** Rud. **Ligula simplissima** Rud. Cette espèce que nous venons de voir à l'état libre, a été trouvée par Lunel dans le corps de la Perche, la Carpe, la Tanche, le Goujon, l'Ablette, le Rotengle, le Vengeron, le Chevaine, la Loche. **Triaenophorus nodulosus** Rud. **Taenia nodulosus** Gœze. **T. rugosa** Gm. **T. longicollis** Rud.

5. Trématodes.

Trématodes parasites des poissons. D'après les notes de G. Lunel *(Mat. XLVIII).*

Distomum truncatum Rud. **D. globiporum** Rud. **D. laureatum** Zed. **D. appendiculatum** Rud. **D. lucii** Rud. **D. tereticolle** Rud.

6. Turbellariés.

Les Turbellariés de la région profonde sont nombreux et variés. Ils ont été étudiés avec soin par le professeur G. du Plessis d'Orbe, qui a consacré à leur description une série d'études *(Mat. XVI, XXXIV, XXXVII, XXXVIII, XLV,* CXI*).* Le prof. L. von Graff, alors à Munich, actuellement à Achaffenbourg, nous a donné une étude spéciale sur l'une des espèces les plus importantes *(Mat. XXXVI)* et on trouve de nombreuses citations qui se rapportent à eux dans sa grande Monographie des Turbellariés (CXII).

Voici les espèces jusqu'à présent constatées dans la région profonde du Léman (1).

1. **Macrostoma hystrix** Oe.

Du Plessis *(Mat. XLV* 448.*)*

Draguée par Du Plessis devant Ouchy par 45 m. de fond; la variété qu'il a trouvée est remarquable par la transparence du corps.

---

(1) Toutes les comparaisons sur la taille, la pigmentation, et la couleur relatives de ces Turbellariés sont empruntées aux notes et publications de Du Plessis.

2. **Microstoma lineare** Oe.

Du Plessis *(Mat. XXXIV*, 263. CXI, pag. 237.

Dragué devant Morges entre 30 et 60 m. A cette profondeur il présente une taille notablement supérieure à celle de la forme littorale ; son intestin prend une couleur rosée, d'un rose pâle.

3. **Prorhynchus stagnalis** M. Sch.

Du Plessis CXI, p. 238.

Dans le produit de draguages devant Morges de 30 à 60 m. De petite taille comparé aux individus pêchés au bord du lac.

4. **Otomesostoma Morgiense** L. Graff. — G. du Plessis.

Mesostomum Morgiense G. du Pl. *Mat. XXXVIII.*

Otomesostoma. L. Graff. CXII, pag. 284.

Ce joli Turbellarié, que nous trouvons très fréquemment aussi bien sur les Charas du mont que dans la région profonde, a été décrit par G. du Plessis sous le nom de Mesostomum Morgiense. Graff en fait le genre Otomesostoma qu'il caractérise ainsi :

« Eumésostominé (sous famille des Mésostomidés) avec un otolithe et un œil simple voisin de l'otolithe. Les sécrétions de la glande mâle sont évacuées par un organe de copulation. »

La seule espèce du genre, Otomesostoma Morgiense Du Plessis, « longueur de 1 à 2 m/m. sur ½ à 1 m/m. de largeur, Couleur fauve à tache médiane roussâtre. »

Cette espèce est très fréquente dans la région profonde. Je l'ai retrouvée dans la région littorale du Léman en une variété notablement plus grande et plus colorée que celle des profondeurs (1).

5. **Mesostoma productum** Leuck.

Schizostomum productum O. Schm. Du Plessis *(Mat. XXXIV*, 263).

Indiqué par Du Plessis dans le produit de draguages profonds devant Morges entre 30 et 60 m.

6. **Mesostoma lingua** O. Schm.

Du Plessis *Mat. XXXIV*, pag. 263. loc. cit. p. 237.

---

(1) D'après une communication personnelle du Dr. O. Zacharias de Hirschberg en Silésie, ce naturaliste a retrouvé pendant l'été de 1884 le Turbellarié décrit ici sous le nom d'Otomesostoma Morgiense, dans la région littorale d'un petit lac de montagne en Silésie, à une altitude de 1068 m. L'étude qu'il en a faite l'engage à le placer dans le genre Monotus, genre de Turbellariés marins qui dans la classification de Graff fait partie de la famille des Monotides, dans la tribu des Alloïocèles. (CLII, CLIII). M. du Plessis confirme cette nouvelle détermination en l'appuyant de nouvelles études anatomiques, et appelle dorénavant ce Turbellarié Monotus Morgiensis Dupl. (CLVI).

Dragué entre 30 et 60 m. devant Morges. Les individus venant du fond sont plus gros et plus transparents que ceux du rivage.

7. **Mesostoma Ehrenbergii** O. Schm.

Du Plessis *Mat. XXXIV*, 263. CXI, p. 236.

Dans les draguages profonds devant Morges, les exemplaires sont plus petits que ceux du rivage. Le sac digestif de la variété profonde prend une couleur orangée, et les points oculaires de noirs deviennent rouges.

8. **Mesostoma pusillum** O. Schm.

Du Plessis CXI, p. 237.

Dragué devant Morges; les individus de la région profonde ne diffèrent pas de ceux du littoral.

9. **Mesostoma rostratum** Ehrb.

M. montanum L. Graff. Du Plessis *Mat. XLV*, p. 448.

Dragué devant Ouchy à 45 m., par G. du Plessis. Les exemplaires profonds sont plus petits que ceux du rivage, presque invisibles à l'œil nu. Ils ont deux points oculaires triangulaires, de couleur rouge ; le corps est presque incolore.

10. **Mesostoma viridatum** M. Sch.

Typhloplana viridis O. Schm. Du Plessis CXI, 256.

Les individus dragués dans la profondeur sont plus grands, mais moins colorés que ceux du littoral.

11. **Mesostoma sulfureum** De Man.

Typhloplana sulfurea O. Schm. Du Plessis CXI, p. 236.

Comme le précédent pour la taille et la transparence.

12. **Mesostomum trunculum** O. Schm.

M. banaticum L. Graff. Du Plessis *Mat. XLV*, p. 448.

Trouvé par Du Plessis dans ses draguages d'Ouchy, par 45 m. de fond. Semblable à la forme classique.

13. **Gyrator hermaphroditus** Ehrb.

Prostomum lineare Oerst. Du Plessis *Mat. XXXIV*, pag. 263. CXI, p. 237.

Ici encore les individus que Du Plessis a étudiés, provenant des profondeurs de 20 à 60 m. devant Morges, étaient plus grands et plus transparents que ceux du littoral. Leur sac digestif est rose, leurs points oculaires, souvent pâles ou avortés, sont rouges au lieu d'être noirs.

14. **Gyrator coecus** L. Graff.

Prostomum . . . Du Plessis *Mat. XXXIV*, pag. 263. L. Graff CXII, p. 335.

Cette espèce nouvelle ne diffère du G. hermaphroditus que par l'absence d'yeux. Du Plessis l'a signalée dans nos draguages de Morges. Graff l'a retrouvée dans une col-

lection de Turbellariés, dragués à 50m. devant Morges, que je lui ai envoyée à Munich. Graff regarde cette espèce comme une variété du G. hermaphroditus, modifiée par l'habitat dans le milieu obscur.

15. **Vortex intermedius** G. du Plessis.

Du Plessis *Mat. XLV*, pag. 449.

Cette espèce est voisine du V. truncatus; mais elle en diffère par sa taille qui est plus grande, du quart et même du tiers en sus; par sa forme, il a le front bombé et non tronqué; par sa couleur, dont le fond est nuance café au lait; sous le pigment des cellules de l'épiderme on voit des marbrures étoilées noires. Vésicule séminale bifurquée. Zoospermes singuliers, tête en forme d'un long manche de fouet en zigzag munie d'un long cil vibratile.

Draguée par Du Plessis devant Ouchy par 43 m. de fond.

16. **Plagiostoma Lemani** G. du Plessis.

Vortex Lemani G. du Plessis *Mat. XVI* et *XXXVII.*

Planaria Lemani L. Graff *Mat. XXXVI.*

Plagiostoma Lemani L. Graff CXII, 396.

Cette espèce, décrite pour la première fois par G. du Plessis comme appartenant au genre Vortex, puis transportée par Graff dans les Planariens, a enfin trouvé sa place; Graff l'a logée dans la tribu des Alloïocèles, qu'il a créée pour les Rhabdocèles dont le canal intestinal est séparé du parenchyme, mais dont la cavité du corps est fortement réduite par le grand développement de ce parenchyme. C'est dans le genre Plagiostoma d'O. Schmidt que Graff a fait entrer notre beau Turbellarié du Léman. Le genre Plagiostoma est ainsi caractérisé par M. Graff: « Plagiostominés sans tentacules à l'extrémité antérieure du corps, laquelle est arrondie en pointe mousse ». Il renferme essentiellement des espèces marines. Le Plagiostome du Léman, seule espèce jusqu'à présent connue dans l'eau douce, est un ver, de 7 m/m. de long, de 2 m/m. de diamètre, cylindrique ovoïde allongé, le dos bombé, d'un blanc laiteux, marbré sur le dos d'un réseau anastomosé et ramifié de lignes noires ; deux points oculaires noirs. (*Fig. 9*, d'après un dessin de G. du Plessis.)

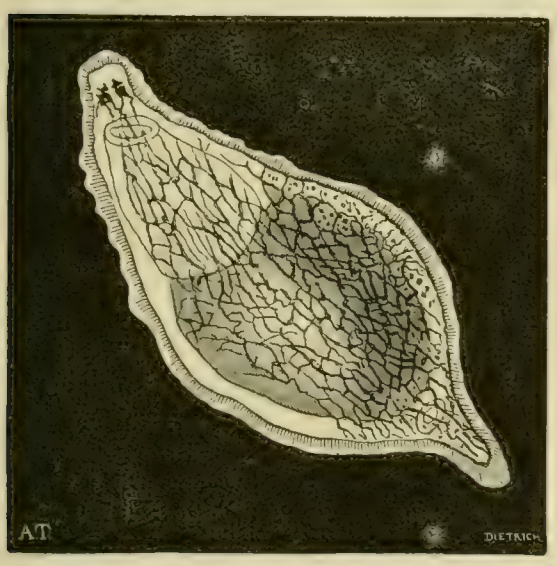


Fig. 9.

Ce Turbellarié est abondant dans la région profonde du Léman; nous n'y faisons pas un draguage sans en rapporter plusieurs exemplaires. Mais il n'est pas spécial à cette région; nous l'avons retrouvé dans la région littorale où il est cependant plus rare. Puis il a été pêché dans d'autres lacs, comme nous le verrons plus loin.

17. **Dendrocoelum lacteum** Oerst.

Du Plessis *Mat. XXXIV.* CXI pag. 235.

Cette espèce descend des bords dans le fond du lac, où elle est assez fréquente; elle y est toujours très petite, quelquefois n'ayant que la moitié, le tiers ou le quart de la grandeur des individus littoraux; elle est aussi plus transparente; son canal digestif est d'un rose orangé. Les points oculaires sont toujours petits; ils manquent même parfois entièrement.

18. **Dendrocoelum fuscum** Stimpson.

Du Plessis *Mat. XXXIV*, pag. 263. CXI, pag. 235.

Cette espèce descend aussi dans la région profonde sous la forme d'une variété plus claire que la variété littorale.

— En résumé nous connaissons 18 Turbellariés dans la région profonde du Léman; parmi eux, sont quatre espèces nouvelles. Presque tous ont leurs analogues dans la région littorale, mais ils en diffèrent souvent par la taille, la couleur, la transparence et presque tous pourraient être décrits comme variétés de la région profonde. Cinq espèces n'ont pas encore été trouvées par G. du Plessis dans la région littorale du Léman. Macrostoma hystrix, Mesostoma productum, M. Trunculum sont des espèces classiques déjà connues ailleurs qui se retrouveront un jour dans nos eaux superficielles. Vortex intermedius est voisin du Vortex truncatus, espèce aussi classique. Gyrator coecus est une adaptation au milieu profond du G. hermaphroditus.

7. Bryozoaires.

Fredericella Duplessis F. A. Forel.

Dans la vase de la région profonde on trouve en nombre considérable les polypiers, morts ou vivants, d'un joli Bryozoaire appartenant au genre Frédericelle. M. G. du Plessis a fait une étude attentive de l'animal qui ne diffère en rien de la Fredericella sultana Van Beneden; il estime qu'il n'y pas lieu d'en faire une espèce distincte. Je diffère d'avis sur ce point, et je crois que les caractères du polypier sont assez spécifiques pour mériter d'élever au rang d'espèce la variété du fond du lac. Tandis que la Frédericelle sultane, que nous voyons en grande abondance, sur et sous les pierres de la beine ou sur les rameaux des plantes littorales, est toujours adhérente, et fixée par de nombreuses insertions sur les corps solides, la Frédericelle de la région profonde est toujours libre dans la vase où elle enfonce le pied de son polypier, comme une Pennatule y enfonce son axe; les bras porteurs des capsules sortent seuls du limon. Cette adaptation à un milieu, où les corps solides ne sont qu'accidentels, est poussée si loin que l'animal ne sait plus profiter

des corps durs qui se trouvent fortuitement à sa portée ; je n'ai jamais vu une de ces Frédericelles fixée sur les cailloux, sur les bois ou sur les scories de coke, que j'ai dragués dans les profondeurs du lac.

Le polypier de la Frédericelle sultane a ses capsules distribuées régulièrement, alternativement rejetées de chaque côté, comme les folioles d'une feuille pennatiséquée ; celui de la Frédericelle des profondeurs est irrégulier, et ses rameaux sont lancés dans une direction quelconque, sans trace de plan dans leur ordonnance. Le nombre des capsules de la Sultane est souvent considérable, 5, 10, 15 ou 20, celui de la Frédericelle des grands fonds du Léman est toujours limité à un chiffre très inférieur 4, 6, ou 8 au plus (Fig. 10, gross. 1.5).

Fig. 10.

Le polypier de la forme profonde étant libre dans la vase, l'animal sait ramper et se déplacer ; lorsque j'ai versé dans un baquet le produit d'un draguage, je vois, au bout de quelques heures ou de quelques jours, sortir les Frédericelles, lesquelles ont su ramper hors de la vase qui les écrasait, pour venir développer leur tentacules dans l'eau pure.

Tous ces caractères sont assez spécifiques, pour que je n'hésite pas à y voir une bonne espèce, et je crois devoir lui donner un nom : Je suis heureux de la dédier à mon ami et collègue M. le Dr. Du Plessis, professeur à l'Académie de Lausanne, en témoignage de ma reconnaissance pour la part active et dévouée qu'il a prise à l'étude de la faune du lac Léman.

Notre Fredericella Duplessis est du reste, probablement, une modification locale de la Fredericella sultana du littoral.

Cette espèce est comme nous le verrons, très répandue dans la région profonde de presque tous les lacs. Elle s'y présente en variétés souvent fort divergentes. Tandis que le polypier de la variété du Léman est aussi petit et aussi simple que possible, il se complique beaucoup dans les variétés des lacs d'Annecy et des IV-Cantons, et atteint son maximum de taille et de développement dans le lac de Silvaplana où Asper a pêché un individu portant 72 cupules (xxxi).

8. Rotateurs.

1. Floscularia ornata.

Observée par G. Du Plessis sur les Polypiers des Frédericelles. La gaine et les tissus diffèrent de ceux de la forme littorale, par l'absence de couleur et leur transparence.

2. Bracchion . . . .

A la surface du limon nous trouvons assez fréquemment des Rotateurs du genre Bracchion ; ils n'ont pas été autrement étudiés.

V. COELENTÉRÉS.

Hydroïdes.

Hydra rubra Lewes.

Une jolie variété de l'Hydre rouge de la région littorale descend dans la région profonde, où elle est parfois très fréquente. Elle se distingue de l'espèce littorale par sa petite taille et par sa couleur d'un rose pâle.

VI. PROTOZOAIRES.

Nous ne trouvons dans nos draguages qu'un très petit nombre de Protozoaires. Cela provient-il de notre méthode qui laisserait échapper trop facilement ces petits êtres très mobiles; ou bien leur fréquence est-elle réellement moindre dans les eaux profondes que dans les eaux superficielles ?

Quoiqu'il en soit voici les seuls Protozoaires que j'aie à noter, la plupart d'après les observations de MM. G. Du Plessis (*Mat. XLVI et XLVII*) et H. Blanc, quelques-uns d'après les miennes.

1. Infusoires.

1. **Spirostomum ambiguum** (*Mat. XLVI*).

Trouvé assez fréquemment dans les draguages de M. du Plessis devant Ouchy, par 45 m. de fond. Il ne diffère en rien de la forme littorale.

2. **Stentor coeruleus** (*Mat. XLVI*).
3. **Stentor polymorphus** (*Mat. XLVI*).
4. **Stentor Roeselii** (*Mat. XLVI*).

Ces trois espèces proviennent de nos draguages devant Morges entre 30 et 60 m. de fond.

5. **Zoothamnium arbuscula.**

J'ai trouvé cette espèce dans le produit d'un draguage, fait à 50 m. devant Morges, que j'avais versé dans un aquarium ; je suis cependant obligé à son sujet à certaines réserves, en ce qu'il serait possible qu'il provînt de l'eau de la région littorale, dans laquelle j'avais fait baigner le limon des grands fonds.

6. **Vorticella convallaria.**
7. **Epistylis . . .** (*Mat. X*).
8. **Opercularia . . .** (*Mat. X*).
9. **Acineta . . .** (*Mat. X*).

Ces Vorticelliens sont fréquents sur les coquilles de Mollusques et la carapace des Crustacés et des Hydrachnides ; ils n'ont pas été autrement déterminés.

2. Rhizopodes.

G. du Plessis avait signalé dans la région profonde du Léman trois Rhizopodes : Amoeba princeps, A. terricola et Difflugia proteiformis. Le professeur H. Blanc de Lausanne a repris dans le printemps de 1884 l'étude des Protistes de ce groupe, d'après les draguages faits par 40 m. de fond devant Ouchy. Voici la liste qu'il en donne (CXXXIX) :

1. **Amoeba proteus** Leidy. (A. princeps Du Plessis *Mat. XLVII*) très commune.
2. **Amoeba verrucosa** Ehr. (A. verrucosa Du Plessis ibid.) fréquente.
3. **Amoeba radiosa** Ehr. ; rare.
4. **Difflugia piriformis** Perty ; fréquente.
5. **Difflugia urceolata** Carter ; rare.
6. **Difflugia globulosa** Dujardin (D. proteiformis. Du Plessis ibid.)
7. **Difflugia acuminata** Ehr.
8. **Hyalosphemia cuneata** Stein ; très rare.
9. **Arcella vulgaris** Ehr. ; assez fréquente.
10. **Centropyxis aculeata** Stein ; assez fréquente.
11. **Pamphagus hyalinus** Leidy ; très rare.
12. **Actinophrys sol** Ehr. ; très fréquente.

La très grande aire d'extention de ces Protistes est intéressante. Toutes ces espèces ont été figurées par Leidy comme trouvées dans les eaux douces de l'Amérique du Nord, et Blanc ne peut signaler aucune différence entre la description qu'en donne l'auteur américain, et les formes pêchées dans le Léman.

Nous trouvons en nombre immense dans la vase du lac devant Morges la coquille sphérique d'une Difflugie de grande taille 0.4 m/m. de diamètre. D'après A. Gruber de Fribourg en Brisgau ce serait une espèce nouvelle (IV). Ni Du Plessis, ni Blanc, ni moi-même n'avons réussi à voir l'animal vivant.

3. Cilio-Flagellés [1].

Anisonema grande Stein.

---

[1] Je devrais peut-être ajouter ici le Ceratium hirundinella O. F. M. Le Dr. H. Blanc a en effet trouvé, pour la première fois dans le Léman, ce Cilio-flagellé fixé sur l'une de ces plaques de verre qui avaient reposé sur le sol à 60 m. de profondeur, devant Ouchy. Mais comme d'une part il n'a pas revu ce Protiste dans ses études ultérieures sur la région profonde, comme d'autre part c'est un membre incontestable de la faune pélagique (CXLII), et comme il est possible qu'il ait été accroché par l'appareil quand celui-ci était ramené à la surface, d'accord avec mon collègue Blanc, je laisse pour le moment ce Ceratium, et j'attendrai de nouvelles constatations pour le faire entrer définitivement dans ma liste de la faune profonde.

Assez fréquent dans le sable dragué par M. H. Blanc devant Ouchy sur les talus du Mont par 70 m. de profondeur.

— Si j'additionne toutes les espèces animales qui ont été constatées dans la région profonde du Léman, j'en trouve 123 espèces(1). Mais toutes n'appartiennent pas à la faune profonde.

Je commence par retrancher les parasites des poissons à savoir :

14 espèces de Nématoïdes.
6 » » Cestoïdes.
6 » » Trématodes.
1 » » Siphonostome (Argulus foliaceus).

soit 27 espèces parasites des poissons. Ce sont des animaux parasites, appartenant à cette faune spéciale des animaux liés et fixés à une autre espèce animale. Ils se rencontrent bien dans la région profonde, mais il n'y sont qu'accidentellement. Je ne les compte pas dans la faune profonde(2).

Je retranche ensuite l'Atax crassipes qui appartient probablement à la faune littorale ou à la faune pélagique.

Je retranche la Sida crystallina qui a tous les caractères des animaux pélagiques. Je retranche enfin le Gordius aquaticus qui vit à l'état parasite dans le corps de certains insectes terrestres, qui est déposé par ceux-ci dans les ruisseaux et fontaines de la terre ferme et qui n'a été trouvé que tout-à-fait accidentellement dans le lac.

Je retranche donc 30 espèces, et il en reste appartenant à la faune profonde du Léman, 94 espèces libres (dont 7 ne sont déterminées que génériquement).

Elles se répartissent ainsi :

Vertébrés	14	Poissons	14	*Mollusques*	6	Gastéropodes	4
Arthropodes	27	Insectes	3			Lamellibranches	2
		Arachnides	9	*Vers*	29	Annélides	4
		Crustacés	16			Nématoïdes	3
Coelenterés	1	Hydroïdes	1			Cestoïdes	1
Protozoaires	22	Infusoires	9			Turbellariés	18
		Rhizopodes	13			Bryozoaires	1
		Cilio-flagellés	1			Rotateurs	2

(1) Dans un mémoire récent (CXLIX) le Dr. O. E. Imhof annonce avoir pêché dans la région profonde du Léman par 100 à 270 m. d'eau les espèces suivantes, dont sept sont à ajouter à notre catalogue: *Rotateurs*, Notommata tigris; *Infusoires*, Podophrya cyclopum; *Héliozoaires*, Actinosphaerium Eichhornii, Acanthocystis spinifera, A. turfacea, Rhaphidiophrys pallida; *Rhizopodes*, Amoeba radiosa, Difflugia piriformis, Centrophyxis aculeata, Cyphoderia ampulla, Quadrula symmetrica.

(2) Je compte cependant comme appartenant à la faune profonde une espèce parasite, la Piscicola geometra; car elle se rencontre très fréquemment à l'état de liberté dans le produit des draguages profonds; il m'en a passé peut-être une centaine d'exemplaires entre les mains.

De ces 101 espèces, 22 sont nouvelles et ont été découvertes par nos études de la faune profonde du lac Léman. En fait de genres nouveaux décrits à l'occasion de nos études je n'ai à citer que les genres :

Pachygaster de Lebert, parmi les Hydrachnides.
Acanthopus de Vernet, » » Ostracodes.
Bythonomus de Grube, » » Chétopodes.
Otomesostoma de Graff(1), » » Turbellariés.

§ VII. La faune profonde des autres lacs Subalpins.

Le lac Léman est le seul lac que j'ai étudié avec attention et sur lequel je possède des données personnelles un peu étendues; pour les autres lacs les études sont beaucoup plus fragmentaires. Cependant en nous basant sur ce que nous savons de la faune profonde du lac Léman pour déterminer les traits généraux de la société animale qui vit dans les fonds d'un lac, si nous y joignons les quelques faits récoltés par Asper, et par moi-même, nous pourrons peut-être tirer quelques déductions générales importantes. Les seules recherches faites à ma connaissance dans les lacs Subalpins de notre région, sont les miennes en 1873 *(Mat. XXII)* et 1883, puis celles d'Asper en 1879 (XXXI), celles enfin d'Imhof en 1883 (LI).

I. Lac du Bourget.

J'y ai fait quelques draguages le 22 septembre 1883 (LVII, LVIII).

Entre 30 et 50 m. de fond devant le Grand-Port d'Aix, j'ai trouvé la faune ordinaire; je ne citerai que deux espèces, le Plagiostoma Lemani, comme station nouvelle de ce beau Turbellarié, le Gammarus pulex qui descend ainsi dans la région profonde de ce lac.

Devant le château de Bordeaux par 110 et 115 m. de fond, dans une vase gris jaunâtre, légère, j'ai constaté :

Un Hydrachnide (2) Hygrobates longipalpis Kœn.

Pisidium prolungatum S. Clessin, la même espèce que dans les lacs des IV-Cantons, de Walenstadt et de Neuchâtel (3).

---

(1) Voir la note rectificative de la page 125.

(2) Les Hydrachnides pêchés par moi dans les lacs du Bourget, d'Annecy, de Zurich et des IV-Cantons en 1883, ont été déterminés par le Dr. G. Haller à Zurich.

(3) Les Mollusques que j'ai pêchés en 1883 dans les lacs du Bourget, d'Annecy, de Neuchâtel, de Bienne, de Zurich et des IV-Cantons ont été déterminés par S. Clessin à Ochsenfurt.

Un beau Chétopode (3), Tubifex ou Bythonomus. Saenuris velutina Ed. Grube. Une Planaire de petite taille. Plagiostoma Lemani.

En somme faune profonde peu abondante.

Le Dr. O. E. Imhof répéta ces draguages le 5 octobre de la même année (LI); il constata en outre des animaux que je viens d'indiquer: Asellus Forelii H. Blanc, couvert de Vorticelles; une Cypris transparente. Puis en fait de Protozoaires: une Cothurnia avec coquille cyathiforme non pédonculée, un Rhizopode de la famille des Euglyphina Bütschli, une Cyphoderia margaritacea (?) Schlumbg.

II. Lac d'Annecy.

J'y ai pratiqué quelques draguages zoologiques devant Veyrier, le 23 septembre 1883, par 55 m. de fond (LVII, LVIII).

Larves de Corethra plumicornis; larves nymphes et œufs de Chironomides.

Un Hydrachnide, Hygrobates longipalpis Kœnike, peu fréquent.

Gammarus pulex. Asellus Forelii beaucoup plus coloré que ceux du Léman ou du lac des IV-Cantons.

Une Limnée, Limnaea Forelii(?) S. Clessin. Un Pisidium miliolum S. Clessin, la même forme qu'Asper a draguée dans le lac de Côme.

Un Tubifex. — Saenuris velutina (rare). Plagiostoma Lemani. Mermis aquatilis.

Fredericella Duplessis en variété de grande taille, très colorée, avec un polypier brun, corné. Hydra rubra.

En somme faune abondante et variée, elle se distingue de celle des autres lacs par une pigmentation plus foncée, très bien marquée, en particulier, chez les Asellus et Frédericelles.

L'absence du Niphargus puteanus est devenue intéressante depuis que j'ai trouvé cette espèce, très abondante, dans l'eau du puits de l'Hôtel d'Angleterre à Annecy. Elle existe donc dans les eaux souterraines de la contrée, mais elle semble manquer dans la région profonde du lac.

Les draguages du Dr. Imhof exécutés le 6 octobre lui ont donné, en plus de mes trouvailles (LI):

Sur une colonie de Frédericelles un Rotateur, Floscularia proboscidea Ehr., et quatre espèces de Protozoaires à savoir: Stentor coeruleus Ehr., deux Vorticelles, et l'Epi-

---

(3) La distinction entre Tubifex rivulorum et Bythonomus Lemani, et peut-être d'autres espèces de Chétopodes de ce type, n'est pas possible sans l'étude microscopique qui n'a pas été faite par moi en dehors de mes pêches du lac Léman. Le Saenuris velutina seul est très reconnaissable à première vue.

stylis (opercularia) nutans Ehr. Puis Carchesium polypinum Ehr., un Amoeba et la même Cyphoderia que dans le lac du Bourget.

En fait de Crustacés, Simocephalus vetulus O. F. M., Lynceus affinis Leyd., une Cypris et un Canthocamptus.

III. **Lac de Neuchâtel.**

En août 1873 j'ai fait quelques draguages devant la ville de Neuchâtel, par 30 et 50 m. de fond *(Mat. XXII)*; en octobre 1883 mes draguages ont été faits par 25—55 et 100 m. J'y ai trouvé:

Larves de Chironomides; Hydrachnides.

Niphargus puteanus. Lynceus... Candona... en grand nombre.

Tubifex... Saenuris velutina. Mermis aquatilis. Une Anguillule, Ligula... Plagiostoma Lemani. Mesostoma... Planaria... Fredericella de petite taille.

Pisidium occupatum et prolungatum S. Clessin.

Difflugia...

Après moi Ph. de Rougement a fait quelques draguages dans ce lac (LXXXIII); mais ils ne semblent pas lui avoir donné grands résultats. Il cite bien le Gammaride aveugle qu'il a retrouvé dans la région profonde du lac, mais il en donne à peine la description, dans l'étude qu'il a consacrée à l'espèce. D'après les récits que Rougemont m'a faits de ses essais, il a échoué dans ses draguages, par le fait de l'emploi de dragues trop lourdes, construites sur le modèle des dragues marines, et dont le maniement n'est pas pratique sur les petits bateaux de nos lacs.

IV. **Lac de Bienne.**

J'y ai fait une série de draguages, le 12 octobre 1883 jusqu'à 40 m., la plus grande profondeur du bras qui s'étend devant la Neuveville. J'y ai constaté:

Des larves de Chironomides. Un Hydrachnide. Un Cyclops... Une Candona... Un Tubifex... Plagiostoma Lemani. Un Mésostome. Une Planaire. Une Fredericella. Pisidium Novaevillae S. Clessin, espèce nouvelle, inédite. J'y signale l'absence de la Saenuris velutina, si généralement répandue dans la région profonde de tous les lacs.

V. **Lac des IV-Cantons.**

La faune profonde de ce lac a été étudiée en 1879 par le Dr. G. Asper de Zurich par des draguages faits près de Stanzstad, 50—80 m., et près de Beggenried, 200 m. de fond. Les animaux qu'il y a trouvés sont les suivants (XXXI):

Larves de Diptères, les unes rouges, les autres jaunes.

Hydrachnides, Pachygaster tau insignitus H. Leb.

Crustacés. Niphargus Forelii A. Humbert. Asellus Forelii H. Blanc. Cette espèce, rare dans le Léman, est trés fréquente dans ce lac; Asper en a compté 70 exem-

plaires dans un seul coup de la drague métallique, près de Stanzstad. Sida cristallina. Cyclops. Cypris.

Mollusques : Limnaeus. Pisidium quadrangulum S. Clessin.

Chétopodes. Nématoide. Fredericella sultana.

J'ai moi-même répété ces draguages devant Stanzstad le 16 août 1883 ; j'y ai trouvé les mêmes animaux et en plus le Plagiostoma Lemani.

Sur les polypiers de Frédericelle, variété de la Fr. Duplessis F. A. F., des Infusoires appartenant aux genres Vorticelle et Epistylis.

Parmi les Hydrachnides que j'ai trouvés dans ma drague, le Dr. Haller de Zurich a constaté Hygrobates longipalpis et Pachygaster tau insignitus var *a.* fuscus. Parmi mes Pisidies, Clessin a déterminé, outre P. quadrangulum, une autre espèce, P. prolungatum, la même que nous avons vue dans les lacs du Bourget, de Walenstadt et de Neuchâtel.

J'ai parlé plus haut de l'Algue chlorophyllée du groupe des Spirogyrées que j'ai trouvée dans un draguage à 75 m., sans que je veuille lui attribuer l'habitat normal dans ces profondeurs.

VI. **Lac de Zoug.**

Exploré en 1879 par Asper (xxxi), en compagnie de M. Suter-Næf (xciii). Par une profondeur de 200 m. entre Walchwyl et Immensée, ces naturalistes ont trouvé :

Nombreuses larves d'Insectes, Chironomus, Tanypus.

Hydrachnides. Pachygaster tau insignitus. Cypris.

Pisidium Asperi S. Cl. Pis. sp. nov. (cxiii).

Chétopodes. Mermis aquatilis. Plagiostoma Lemani, divers Turbellariés.

VII. **Lac de Walenstadt.**

J'y ai fait un draguage en 1876 par 136 m. de fond. Asper en a fait d'autres, en 1879 (xxxi). En réunissant nos deux listes nous ne trouvons que :

Larves de Diptères, les unes rouges, les autres blanches.

Niphargus Forelii. Cypris.

Limnaea abyssicola Brot. Pisidium prolungatum S. Clessin, remarquable par sa forme allongée.

Chétopodes.

Aussi bien Asper que moi, nous avons été frappé de la pauvreté de la faune profonde de ce lac.

VIII. **Lac d'Egeri.**

D'après les recherches d'Asper (xxxi), le limon coloré en jaune est très riche en Chétopodes (Lumbriculus), en Pisidies, d'espèce nouvelle d'après Clessin, fortement incrustées d'oxyde de fer, et en larves rouges de Diptères. Peu de Frédericelles, point de Planaires.

IX. Klönsée.

Etudié par Asper (xxxi), ce petit lac alpin lui a fourni une Pisidie en nombre énorme, Pisidium milium var. Asperi Clessin (xciii), et aussi en très grand nombre des larves de Diptères et d'Ephémères, des Lumbriculus, quelques Mésostomes et quelques rares polypiers de Frédericelles.

X. Lac de Zurich.

J'ai fait près de Zurich quelques sondages en 1873 qui m'ont fait constater l'existence de la faune profonde (*Mat. XXII*). Depuis lors Asper a fait, de son lac, une étude attentive (xxxi, xxxvii, lv). J'ai répété ces draguages en 1883, devant Horgen et devant Wädensweil.

Je vais résumer ici les découvertes d'Asper, en y intercalant les faits que j'ai moi-même constatés.

Larves de Chironomus, Tanypus, Corethra. Paquet d'œufs d'insectes (Horgen).

Hydrachnides: Hygrobates longipalpis. Pachygaster tau insignitus, var. b ruber. Arrhennuroïdea Asperi G. Haller, nov. gen. nov. sp. (déterminés par Haller dans le produit de mes draguages de 1883).

Gammarus pulex, descend jusqu'à 140 m. de fond près d'Oberried, en exemplaires de petite taille, et non colorés, tranparents (glasartig durchsichtig, Asper). L'œil est bien conformé et brillamment pigmenté. A Horgen et à Wädensweil les exemplaires de Gammarus pulex que j'ai pêchés en 1883 m'ont apparu plus pigmentés que je ne m'y attendais d'après la description d'Asper.

A côté de ce Gammarus, Asper a trouvé par 40 m. de fond, devant Wädensweil, le Niphargus Forelii, aveugle comme celui du Léman; les deux espèces étaient ensemble dans le produit du même draguage. J'ai retrouvé le Niphargus aveugle dans la même station, mais à une profondeur plus grande, par 80 m. de fond.

Sida cristallina. Quelques Lyncées, Cyclops et de nombreuses Cypris.

Pour ce qui regarde les Limnées, j'en avais trouvé des coquilles mortes dans le produit d'un draguage, fait en 1873 devant Neumünster, par 28 m. de fond. Mais Asper, qui a étudié le lac à fond, insiste sur l'absence absolue de Limnées dans la région profonde. C'est donc un genre a rayer du catalogue du lac de Zürich. Valvata antiqua, Bythinia tentaculata.

Pisidium urinator (*Mat. XXXV*) S. Cless. P. milium Held (xciii) P. amnicum.

Chétopodes des genres Lumbriculus et Saenuris; en particulier Saenuris velutina Grube. Cette espèce est extraordinairement fréquente; dans un seul draguage devant Zollikon, Asper en a compté cent exemplaires. Naïs moins nombreuses.

Mermis aquatilis Duj. assez nombreux. J'en avais indiqué en 1873 deux espèces, trompé par la différence de couleur, quelques indivus étant verdâtres, d'autres rosâtres. Depuis lors, l'étude de ce ver dans le Léman nous a appris que ces différences de coloration sont purement accidentelles.

En fait de Cestodes Asper a trouvé assez fréquemment un Caryophyllaeus.

En fait de Turbellariés il cite Plagiostoma Lemani, deux Mésostomes et un Dendrocoelum. D'après mes notes de 1873 un de ces Mésostomes doit être l'Otomesostoma Morgiense Graff, car il présentait une otolithe.

La Fredericella Duplessis est fréquente dans le limon de ce lac.

Enfin je puis citer les Epistylis sur les valves d'une Cypris.

XI et XII. **Lacs de Pfäffikon et de Greifensée.**

Ces deux lacs du pays de Zurich, situés près l'un de l'autre, ont la même faune, d'après les recherches d'Asper (xxxvii). Il y cite des Pisidies, Pis. tritonis Cless. dans le Greifensée, Pis. imbutum Cless. (xciii) dans le lac de Pfäffikon, des larves de Diptères, une grosse Limnée, de petits Cyclopides et des Cypris, de petits Lumbriculus différents de ceux du lac de Zurich et un assez grand nombre de Caryophyllaeus, Cestodes vivant librement dans le limon.

XIII. **Lac de Constance.**

J'y ai fait en 1873 deux draguages à 25 et 50 m. de fond (*Mat. XXII)* ; mais comme je n'ai pu en étudier les produits que le jour suivant à Morges, après un long voyage en chemin de fer par une température très élevée, la plupart des animaux étaient morts et les résultats ont été peu fructueux. J'y ai trouvé:

Hygrobates longipalpis; cet Hydrachnide a été déterminé par G. Haller sur des individus qui lui avaient été envoyés par le Dr. Hofmann (lxxi). Piscicola geometra. Valvata contorta. Pisidium. Fredericella.

En 1857, dans ses recherches sur le Coregonus acronius, C. Th. de Siebold a recueilli par une profondeur de 70 m. quelques exemplaires vivants de L. auricularia (cxiii).

La faune profonde de ce grand et beau lac mériterait d'être étudier plus complétement.

XIV. **Lac de Zell. Untersée. Lac de Constance inférieur.**

Mes draguages de 1873 *(Mat. XXII)* par 20 m. au point le plus profond de la partie de ce petit lac qui s'étend devant Ermatingen, n'ont pas atteint les limites de la région

profonde (1). Cependant la distance du rivage et l'absence de végétation m'empêchent de considérer la station où j'ai opéré comme rentrant dans la région littorale. Je tiens du reste à mentionner ici ces draguages, car ils m'ont donné deux espèces intéressantes à titres divers, le Saenuris velutina que je ne connais pas encore dans la région littorale proprement dite, et le Pisidium Foreli qui se trouve aussi dans la région profonde du Léman. Les animaux que j'ai pêchés dans le milieu du lac de Zell sont:

Larves d'Insectes. Gammarus pulex. Lyncée Cyclops. Limnée. Sphaerium (jeune). Pisidium amnicum (jeune). P. Foreli S. Cless. en plusieurs exemplaires. P. demersum S. Cl. Saenuris velutina. Fredericella.

XV. **Lac de Sils.**

Ce lac de l'Engadine, le plus élevé de ceux qui ont jusqu'à présent été étudiés au point de vue qui nous occupe, a été dragué par Asper (xxxi).

Dans la région profonde il cite: Des Lumbriculus, des Frédericelles et des Pisidies, Pis. urinator, ces trois espèces très abondantes; il note l'absence d'Hydrachnides, de Planaires, de Mermis, d'Ostracodes etc.

XVI. **Lac de Silvaplana.**

La région profonde montre la même richesse que le lac de Sils en Chétopodes, en Pisidies: Pis. fragillimum Cl. et en Fredericella.

Ces derniers atteignent un développement extraordinaire, soit en abondance, soit en taille; Asper en figure des polypiers très brillamment ramifiés d'une longueur et d'une épaisseur tout-à-fait remarquables; ces polypiers atteignent une longueur de 6 à 9 centimètres. Ces polypiers sont fréquemment chargés d'Epistylis (xxxi).

XVII. **Lac Majeur.**

Etudié en 1879 par Asper (xxxi) qui a fait des draguages par 300 m. entre S. Bartolomeo et Tronzano et par 70—100 m. entre Locarno et Vira. Il y a trouvé:

Larves de Diptères, de couleur jaune, avec de longs tubes vaseux. Cypris.

Pisidium italicum S. Cl. P. italicum. var. Locarnense S. Cl.

Chétopodes en très grande abondance spécialement des Lumbriculus (?) en nombre inouï. Planaires aveugles. Un Mésostome de grande taille. Oeufs sphériques, opaques.

---

(1) Depuis lors les sondages faits par l'ingénieur Manuel nous ont appris que la partie inférieure du lac, du côté de Steckborn, est la plus profonde, et atteint 45 et 50 m.

XVIII. **Lac de Lugano.**

Un draguage fait par Asper (xxxi) entre Lugano et le Mont-Caprino n'apporta pas traces d'organismes; le sol était d'apparence gneissique, rempli de lamelles de mica.

Des draguages opérés par le même naturaliste au pied du Monte Salvatore ont donné en revanche beaucoup de Chétopodes, quelques Pisidies, Pisidium italicum S. Cl. et un petit nombre de larves d'Insectes.

XIX. **Lac de Côme.**

Asper a fait des draguages par 100 m. de fond entre Bellagio et la Villa Carlotta; il y a trouvé une riche faune (xxxi).

Niphargus Forelii, de nombreux Cyclopides et Cyprides.

Limnaea abyssicola A. Br. Pisidium miliolum S. Cless.

Des Chétopodes, entr'autres des Lumbriculus en très grand nombre et Saenuris velutina; des Mermis aquatilis, un très grand nombre de petits Nématodes libres.

Des Fredericella et à côté une autre espèce de Bryozoaire, du même port que la Fredericella, mais plus fine et transparente.

Les Protistes de ce lac ont été étudiés avec beaucoup de soin par M. le Dr. G. Cattaneo de Pavie (xlvii). Voici d'après une communication personnelle de cet auteur les espèces qu'il a trouvées dans le limon par 20 à 30 m. de fond (iv):

Amoeba diffluens Ehr. *A. Limax Duj. *Actinosphaerium Eichhornii Ehr. *Paramecium persinicum Perty. Vorticella convallaria Ehr. Oxytricha gibba Ehr. Cyclidium glaucoma Ehr.

Les trois espèces que j'ai marquées d'un astérisque ne se trouvent que dans les plus grands profondeurs étudiées par M. Cattaneo, il ne les a jamais trouvées près du bord.

Dans ses traits généraux nous trouvons partout dans la région profonde la même société de formes animales. Toutes ne sont pas cependant représentées dans chaque lac, pour autant que les recherches actuelles l'ont jusqu'à présent reconnu. Je vais le montrer en donnant en tableau pour les différents lacs (1) les espèces animales de grande taille, dont la présence ne saurait échapper à une étude rapide d'un naturaliste en voyage. (Voir à la page 141.)

---

(1) Deux lacs suisses n'ont pas encore été, que je le sache, explorés: les lacs de Thoune et de Brienz. Ils se recommandent à l'attention de nos collègues, les naturalistes de Berne.

	Bourget	Annecy	Léman	Neuchâtel	Bienne	IV-Cantons	Zoug	Walenstadt	Egeri	Klönsee	Zurich	Pfäffikon	Greifensée	Constance	Zell	Sils	Silvaplana	Majeur	Lugano	Côme	
Larves de Chironomides	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*			*	*		16
Hygrobates longipalpis	*	*	*			*					*			*							6
Niphargus aveugle			*	*		*		*			*									*	6
Gammarus pulex	*	*	*								*				*						5
Asellus aveugle	*	*	*			*															4
Limnées		*	*					*				*	*	*	*					*	8
Pisidies	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20
Tubifex et Bythonomus	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	18
Saenuris velutina	*	*	*	*							*				*					*	7
Fredericella Duplessis		*	*	*		*			*	*	*				*	*	*			*	11
Mermis aquatilis		*	*	*		*					*									*	6
Plagiostoma Lemani	*	*	*	*	*	*	*				*										8
	8	11	12	8	4	9	4	5	4	4	10	4	4	3	6	3	3	3	3	7	

Je rappelle que ce tableau n'a qu'une valeur provisoire pour la plupart des lacs, et est tout-à-fait insuffisant pour le lac de Constance.

§ VIII. Débris organiques divers.

Outre les Algues et les animaux vivants que nous avons énumérés dans les chapitres précédents, nous trouvons sur les tamis, où nous lavons le limon de la région profonde du lac, un résidu parfois très abondant; il est composé de débris organiques ou minéraux de provenances diverses; j'y signalerai entr'autres, d'après mes recherches dans le lac Léman :

a) Les pierres et le sable transportés accidentellement à la surface du lac, et tombant de là au fond des eaux.

b) Les scories de coke provenant des fournaises des bateaux à vapeur; elles sont assez nombreuses et caractériseront un jour la couche géologique du XIXe siècle.

c) Les fragments de bois et de feuilles qui, après avoir flotté à la surface, se sont imbibés d'eau et ont sombré au fond du lac. Ils sont en nombre relativement peu considérable dans le Léman. Je les ai trouvés plus nombreux dans d'autres lacs (draguages devant la ville de Neuchâtel, près de Stanzstad, au lac des IV-Cantons, dans le Zellersée). Asper en signale l'abondance dans ses draguages du lac de Zoug.

d) Les graines de Characées, très caractéristiques avec leur forme ovoïde et l'arête spéciale qui se déroule autour du corps. Elles sont parfois très abondantes.

e) Les os et écailles de poissons en très petit nombre (1). Leur rareté est toujours pour moi un sujet d'étonnement; je n'ai jamais trouvé dans ma drague un squelette ou un fragment de squelette de poisson; un ou deux corps de vertèbre, quelques écailles, une arête, à cela se réduisent mes pêches de ce genre.

Que deviennent les milliers, les millions de poissons qui meurent chaque année dans le lac? Ceux qui périssent en été, dans la beine ou les eaux superficielles, flottent à la surface de l'eau, et sont, ou bien rejetés à la côte par les vagues, ou bien dévorés par les oiseaux. Mais les poissons qui meurent en hiver, alors qu'ils ont déserté la beine pour émigrer dans les couches moyennes et profondes du lac, que deviennent-ils? La température des eaux est basse, et par conséquent la putréfaction est peu rapide et peu énergique; la pression de la couche de 20, 30 ou 50 m. d'eau qui les recouvre est trop forte pour que les gaz de la putréfaction dilatent beaucoup les corps et ceux-ci ne reviennent pas flotter à la surface (2); et dans le fait, il est très rare de voir en hiver un cadavre de poisson surnageant à la surface du lac. Les poissons qui périssent dans les couches profondes du lac restent donc au fond. Que deviennent ces cadavres? Les petits carnassiers de la faune profonde peuvent bien se charger des parties molles, mais le squelette ne peut être digéré que par de plus puissants estomacs. Y a-t-il des poissons qui se nourrissent de ces charognes? Ou bien plutôt ne sont-ils pas la proie des poissons carnassiers, aussitôt qu'ils tombent malades; ralentis dans leurs allures, ne sont-ils pas mangés par eux avant qu'ils aient eu le temps de mourir de mort naturelle? Ces questions, auxquelles je suis incapable de donner une réponse décisive, s'imposent à moi quand je compare la richesse de la population ichthyologique du lac avec la rareté des cadavres de poissons dans le produit des draguages profonds. Ces faits ne sont du reste pas spéciaux à notre lac (3); sauf quelques gisements exceptionnels, on a remarqué partout la rareté des poissons fossiles dans les couches anciennes de la terre, qu'elles soient d'origine lacustre ou marine (4).

---

(1) Il n'en est pas de même semble-t-il dans tous les lacs. Je lis par exemple dans le rapport de S. W. Garman sur les Poissons et Reptiles pêchés par Agassiz dans le lac Titi-caca: „Les nombreux os et écailles de poissons apportés par la drague des régions profondes du lac appartiennent tous à des adultes " (cxxiv).

(2) C'est là l'explication du fait que les cadavres humains, noyés dans un lac profond, ne reviennent jamais à la surface, quant ils sont descendus à plus de 50 m.

(3) Dans tout le matériel dragué par le Challenger et les autres navires qui ont récemment exploré le fond de l'océan, John Murray et Renard n'ont trouvé que deux vertébres et une omoplate de poisson (cxxxiv).

(4) Voyez au sujet de la rareté des cadavres animaux les réflexions de Nordenskiöld : Voyage de la Véga. Trad. française I. 285. Paris 1883.

f) Les coquilles des Mollusques gastéropodes ou lamellibranches, Limnées, Valvées et Pisidies. Ces fossiles sont aussi en nombre peu considérable dans le limon du fond du Léman ; étant donnée l'abondance relative des Mollusques vivants dans les grands fonds, je suis toujours étonné du petit nombre des coquilles mortes qui les accompagnent ; je ne fais pas erreur en disant que dans le limon du fond du Léman, tel que je l'étudie devant Morges, il y a beaucoup plus de coquilles vivantes que de coquilles mortes. Ce fait peut s'expliquer de deux manières : Ou bien toutes les coquilles sont fossilisées et alors la rareté des fossiles indique une grande rapidité dans l'alluvion ; il est en effet évident que dans chaque couche d'alluvion, correspondant à la durée d'une vie moyenne de Mollusque, il doit y avoir un nombre de coquilles fossiles égal au chiffre de la moyenne de la population malacologique. Si ma drague creuse le limon à 4 c/m. de profondeur et si j'y constate moins de coquilles fossiles que de coquilles vivantes, j'en puis conclure, que la couche d'alluvion, qui se dépose dans la durée moyenne d'une génération de Mollusques, est plus forte que ces quatre centimètres d'épaisseur. — Ou bien, seconde explication du fait, les coquilles mortes, qui ne sont pas immédiatement enfouies dans le limon, sont attaquées par l'eau du lac, riche en acide carbonique ; leur carbonate de calcium se transforme en bicarbonate qui se dissout dans l'eau. Ce serait analogue avec ce que l'on connaît dans plus d'un terrain ancien ; c'est ce que je crois le plus probable, et cela nous rendrait fort bien compte de la rareté relative des fossiles actuels dans l'argile moderne du Léman[1].

g) Les parties dures des cadavres des animaux de la faune profonde, en particulier les carapaces chitineuses des Arthropodes et les polypiers des Frédericelles. Ces polypiers sont parfois en nombre énorme ; j'en ai compté un jour plus de 150 exemplaires dans le produit d'un seul coup de drague, par 35 m. devant Morges.

h) Les coques d'œufs des animaux de la région profonde. Nous avons cité, dans l'énumération de la faune profonde, les espèces dont nous avons trouvé les œufs vivants, en voie de se développer, Hydrachnides, Limnées, Valvées, Chétopodes, Turbellariés. Les coques chitineuses des cocons et des œufs de ces deux derniers groupes d'animaux, Chétopodes et Turbellariés, se retrouvent en nombre parfois considérable dans le limon. Les œufs sphériques, brunâtres des Turbellariés forment parfois une proportion notable du résidu.

Il est un type d'œufs ou de cocons que je trouve en assez grande abondance dans les débris du limon ; ce sont de petites coques, recourbées, de 1.5 sur 0.8 m/m. Les deux extrémités sont mousses ; l'une est percée d'un trou circulaire. Mouillées ces coques sont grisâtres, desséchées elles sont blanches comme une coquille d'œuf de poule ; elles sont très fragiles ; mais traités par l'acide acétique elles ne donnent aucun dégagement d'acide car-

---

(1) En opposition à la rareté des coquilles fossiles dans l'argile du Léman, j'ai noté leur abondance dans le produit d'un draguage fait par 80 m. de fond devant Horgen au lac de Zurich.

bonique. Elles sont parfois fixées sur un corps solide, branche de bois, ou feuille d'arbre. Je n'ai pas encore su trouver l'embryon vivant dans ces coques et je ne puis dire à quel animal elles appartiennent; je suppose toutefois qu'elles sont peut-être les cocons de Saenuris velutina.

i) Les coques des Difflugies sont en nombre encore plus grand; avec les œufs des Turbellariés et les graines des Characées, elles forment un sable de petits granules sphériques ou ovalaires, qu'on isole par un décantage approprié. C'est par milliers qu'on peut les compter dans un litre de limon.

k) Enfin les carapaces chitineuses des Entomostracés pélagiques, qui ont sombré dans les profondeurs, forment par leur nombre la grande majorité des débris organiques du lac. Lorsque l'on a lavé sur le tamis le produit d'un draguage, soit de la drague métallique, soit de la drague à filet, l'on voit nager dans l'eau de lavage un nuage de poussières grisâtres, légères, flottant entre deux eaux, et ne se déposant que très lentement; c'est par centaines ou par milliers, qu'on peut parfois compter ces flocons dans le produit d'un seul coup de drague; leur nombre du reste diffère beaucoup d'un endroit à l'autre, et ils sont évidemment accumulés en certains points par les courants profonds. Le microscope montre dans ces flocons les débris de la faune pélagique; les cadavres, un peu plus lourds que l'eau, sont tombés lentement au fond, les parties molles ont été dévorées par les animalcules de la faune profonde et il n'est resté que les parties chitineuses qui sont beaucoup plus lentement détruites. Lorsque nous traiterons de l'alimentation de la faune profonde, nous aurons à faire intervenir d'une manière fort importante ces cadavres d'animaux pélagiques, qui apportent sans cesse dans les grands fonds la nourriture élaborée dans les régions supérieures.

Tous ces détritus qui sont lavés sur les tamis forment, dans nos bassins d'étude, un amas de matières organiques, que le Dr. Vernet a fort bien appelé un «charnier», quand il y recherchait ses petits Ostracodes. Mais dans la nature ils sont les uns après les autres entourés et enfouis dans la vase inorganique et dans le feutre organique; jusqu'à ce que, rongés par les animaux fouisseurs, ou détruits par la putréfaction, ils disparaissent définitivement, ou bien qu'englobés dans l'argile profonde ils soient fossilisés, et deviennent ainsi partie constitutive des dépôts actuels de la marne lacustre.

§ XI. Densité de la population animale dans la région profonde.

La faune profonde est abondante en individus, la population animale est serrée dans la région profonde des lacs; c'est ce qui ressort de toutes nos études. Tout draguage qui atteint le sol ramène quelques animaux; le plus souvent nos draguages sont très fructueux.

Dans la région profonde la population animale a son maximum de densité dans la zône supérieure, entre 30 et 50 m.; elle va en décroissant graduellement à mesure que la profondeur augmente. Dans sa zône supérieure, la région profonde est presque aussi habitée que la région littorale dans son facies limoneux ou vaseux, beaucoup plus que les parties sableuses ou pierreuses du littoral.

Au point de vue de la densité de la population de la faune profonde, il y a de grandes différences:

a) D'une espèce à l'autre. Certaines espèces sont abondantes ; je citerai dans le Léman les Hygrobates, les Pisidies, Saenuris velutina, la Frédericelle, le Niphargus ; dans le lac des IV-Cantons, l'Asellus, etc. D'autres espèces sont rares ou très rares.

b) D'une localité à l'autre. Deux draguages successifs donnent des résultats fort différents. Cela est vrai des pêches faites avec la drague à filet, mais cela pourrait être attribué à des différences dans l'opération même du draguage qui a écorché plus ou moins profondément le sol, suivant l'inclinaison du fil de sonde ou la brusquerie des manœuvres. Cela est vrai aussi, et c'est alors fort démonstratif, des résultats de la drague métallique qui ramène tout le sol, et ne laisse rien échapper des animaux fixés ou limicoles.

Quelle est la densité absolue de la population animale? Combien y a-t-il d'animaux par unité de surface, par décimètre carré, par exemple, de la superficie du sol? Cela m'est impossible à dire exactement. En effet ma drague à filet racle une grande surface du sol, mais n'y prend qu'une partie des animaux; ma drague métallique ramène un ou deux litres de limon, mais suivant qu'elle a mordu plus ou moins vite dans le sol vaseux, elle a ramassé un ou deux décimètres carrés seulement, ou bien beaucoup plus, de la croûte superficielle du limon, laquelle est seule habitée (1). C'est par appréciation, plutôt que par compte exact, que je puis évaluer la densité de la population. Voici comment je formulerai mon évaluation: dans la zône supérieure de la région profonde du Léman devant Morges, chaque décimètre carré du sol contient une ou deux centaines d'animaux vivants de types supérieurs, Vers, Coelentérés, Arthropodes, Mollusques; et un ou deux milliers d'organismes morts et de débris d'animaux provenant de la faune profonde et de la faune pélagique.

Voici quelques chiffres tirés de quatre draguages faits devant Morges ; ces listes n'ont aucune prétention à être complètes ; ce sont les animaux que j'ai comptés, je ne puis dire combien j'en ai négligés ; dans chaque draguage, il est des espèces auxquelles je n'ai point fait attention; j'ai laissé de côté toutes les petites espèces et les jeunes individus. Les trois premiers draguages ont été faits avec la drague à filet, le quatrième avec la drague métallique.

(1) Il ne serait pas difficile de déterminer exactement cette densité de la population, en prenant des échantillons du sol au moyen d'un tube faisant emporte-pièce, analogue à l'appareil de Brooke pour les sondages profonds. J'ai le regret d'avouer que j'ai négligé cette étude, et je n'ai pas le temps de réparer actuellement cette omission.

	9 octobre 1883	5 janvier 1884	1 avril 1884	18 mars 1884
	110 m.	45 m.	40 m.	45 m.
Larves de Diptères		2		18
Hygrobates longipalpis	ca. 50	ca. 80	ca. 60	8
Niphargus puteanus	12	5	0	4
Asellus Forelii	6	0	0	0
Eurycercus lamellatus			ca. 30	2
Cyclops . . .		6		
Candona. . .				ca. 25
Limnaea. . .	2	6		
Pisidium. . .		8		
Piscicola geometra				2
Bythonomus Lemani				9
Saenuris velutina	15	7		28
Fredericella Duplessis		ca. 30	ca. 40	2
Planaria	1	1	6	
Plagiostoma Lemani	3	6	2	
Otomesostoma Morgiense	2	2		3
Hydra rubra	1			4

A côté de ces chiffres je puis ajouter que d'autres fois j'ai compté dans un seul coup de drague jusqu'à 40 Niphargus, ou bien 150 polypiers de Frédericelles, 30 Pisidiums, 15 Plagiostoma Lemani, etc.

Chapitre V. Considérations générales. Problèmes spéciaux, résumés et conclusions.

§ I. La Faune profonde.

De l'énumération des espèces animales, contenue dans le chapitre précédent, il résulte que, dans la profondeur des lacs Subalpins, au-delà de cette ligne de 25 m., où nous

avons vu s'arrêter la végétation littorale, on trouve des animaux vivants, en grand nombre, et appartenant à une foule d'espèces.

Cette population animale est en général très dense, comme nous venons de le voir. Accidentellement nous avons noté un draguage d'Asper dans le lac de Lugano, qui n'a pas fourni un seul animal, rien qu'une substance limoneuse, micacée, de l'apparence d'un gneiss ; nous avons vu aussi, soit les draguages d'Asper, soit les miens dans le lac de Walenstadt donner des produits peu abondants. Mais ce sont là des exceptions ; ordinairement les draguages sont très fructueux et c'est par centaines d'animaux vivants que nous comptons le plus souvent le produit d'un seul coup de drague. Le fond de nos lacs est donc très richement peuplé.

Ces animaux vivent bien au fond du lac. En leur attribuant un habitat sur et dans le limon du fond, nous ne commettons pas une erreur ; en particulier nous ne faisons pas une confusion avec la faune de la région pélagique, que notre drague traverse, soit en montant, soit en descendant, et où elle peut faire accidentellement quelques captures. Ce qui nous autorise à cette affirmation, c'est d'une part la connaissance que nous avons acquise de la faune pélagique, et qui nous a montré un groupe d'animaux tout autre que celui de la région profonde. C'est d'une autre part les caractères et les mœurs de ces animaux de la faune profonde. Ils ne sont pas nageurs et seraient incapables de se soutenir entre deux eaux ; pour deux ou trois espèces seulement, dont les allures permettraient l'habitat dans la région pélagique, nous avons eu soin de faire des réserves motivées ; je citerai Sida crystallina et Atax crassipes. Les autres sont tous plus ou moins limicoles et rentrent sans aucun doute dans les habitants du fond.

Voici du reste comment nous pouvons classer, au point de vue de l'habitat, les animaux que nous connaissons dans la région profonde.

Premier groupe. Animaux vivant dans le limon et ne venant pas au contact de l'eau : Nématoïdes.

Deuxième groupe. Animaux creusant leurs galeries dans le limon, mais venant chercher l'eau pour leur respiration : Annélides, Chétopodes, larves de Diptères, Pisidiums.

Troisième groupe. Animaux fixés sur ou dans le limon : Bryozoaires, Hydres.

Quatrième groupe. Animaux fixés sur les corps étrangers : Infusoires vorticelliens, Hydres.

Cinquième groupe. Animaux rampant sur le limon : Gastéropodes.

Sixième groupe. Animaux marchant sur le limon : Hydrachnides, Isopodes, Ostracodes.

Septième groupe. Animaux nageant ou sautant dans l'eau, au-dessus du limon, mais venant fréquemment se reposer sur le fond : Amphipodes, Cladocères, Copépodes, Turbellariés, Piscicole.

Enfin nous pourrions faire un *huitième groupe* des espèces nageuses, qui appartiennent peut-être à la faune pélagique et que nous n'inscrivons dans notre faune profonde qu'avec un point d'interrogation : Sida crystallina, Atax crassipes.

Mais est-ce bien l'habitat normal de ces animaux ? Ne sont-ils pas venus accidentellement dans la région profonde ? Ne seraient-ce pas peut-être des animaux du littoral, entraînés par un hasard loin de leur habitat spécial et qui, ayant résisté au changement des conditions de vie, auraient survécu jusqu'au moment où notre drague est allé les capturer. Cette question traite de l'authenticité de la faune profonde ; j'y répondrai par quatre arguments différents.

Premier argument. Ce ne sont pas quelques animaux du littoral égarés par hasard dans les grands fonds ; ils y sont beaucoup trop nombreux pour que leur présence soit un fait accidentel. C'est par centaines d'animaux de diverses espèces que nous comptons le produit de chaque draguage, c'est par centaines d'individus par mètre carré du fond, que nous pouvons évaluer la densité de certaines espèces vivant dans le limon de la région profonde. Je citerai parmi ces espèces très abondantes les Pisidiums, les Frédericelles, les Saenuris velutina, les Tubifex et Bythonomus etc. Il est vrai que la densité de la population est fort différente d'une station à l'autre et d'un lac à l'autre ; mais en somme cette population animale est trop abondante pour qu'il soit permis d'attribuer à des accidents la présence de ces nombreuses espèces et de ces nombreux individus dans la région profonde des lacs.

Deuxième argument. Je tirerai une seconde preuve en faveur de l'authenticité de la faune profonde, du fait que les animaux se reproduisent dans les grands fonds. Nous trouvons en même temps des adultes, des jeunes à tous les âges, et tout spécialement des œufs en état de développement. Je connais des Niphargus de tous les âges, des Asellus, des Lyncées avec des embryons dans la poche incubatrice, des Cyclopides avec des paquets d'œufs, des paquets d'œufs d'Insectes, des œufs d'Hydrachnides (Hygrobates), des paquets d'œufs de Limnées et de Valvées, des Limnées à tous les âges, des Pisidies de toutes les tailles, des cocons de Bythonomus avec des embryons dans le cocon, des Saenuris avec leur Clitellium, des œufs de Turbellariés en nombre énorme, etc., etc. Les animaux, non seulement vivent, mais ils se reproduisent et se développent dans le fond du lac. Ils sont dans leur milieu et ils y vivent normalement.

Troisième argument. L'analogie avec les faits étudiés dans l'océan. Les travaux poursuivis dans l'océan parallèlement aux nôtres, sur une beaucoup plus grande échelle et avec bien plus d'éclat, ont révélé dans les quinze dernières années les trésors que cachaient au zoologiste les grands fonds de la mer. La faune profonde de la mer est un fait aujourd'hui démontré. Or s'il existe une faune profonde dans la mer, il est probable qu'il en doit exister une dans les lacs.

Quatrième argument. Une dernière preuve de l'authenticité de la faune profonde peut se déduire de l'origine même de cette faune ; quand j'en aurai expliqué la genèse, on verra que les animaux peuvent vivre dans les grands fonds de nos lacs, qu'ils doivent y vivre, qu'ils y vivent en réalité. Mais cette question de l'origine de la faune profonde est assez importante pour être traitée à part, dans un paragraphe spécial.

§ II. Genèse de la faune profonde.

La faune qui habite les fonds de nos lacs subalpins d'où tire-t-elle son origine? D'où viennent ses ancêtres? Quelle en est la genèse? — A cette question je ne vois que trois réponses possibles. J'écarterai les deux premières pour m'en tenir à celle qui évidemment est la seule admissible.

Première solution. Les faunes profondes actuelles des lacs subalpins descendraient-elles directement de faunes profondes anciennes, des époques tertiaires, qui se seraient continuées sur place par une chaîne non interrompue?

Cette origine, qui serait peut-être possible dans d'autres pays, n'est pas admissible dans la région subalpine. Le grand événement géologique, qui a donné à notre pays son caractère tout particulier, l'époque glaciaire a été, au point de vue de la biologie lacustre, une barrière absolue pour la succession régulière des êtres.

Nous n'avons pas à entrer ici dans une discussion sur la théorie des lacs, à énumérer les arguments, qui nous font admettre, avec la plupart des naturalistes suisses, l'existence des grandes vallées et des lacs avant l'époque glaciaire, de préférence à l'hypothèse de Ramsay qui attribue le creusement des lacs à l'action des glaciers. Je crois que le relief de notre pays était déjà dessiné dans ses grands traits principaux avant la période de grande extension des glaciers; je crois que la plupart de nos lacs existaient déjà pendant l'époque pliocène, et qu'ils étaient déjà habités par des faunes lacustres analogues à nos faunes actuelles, qu'ils possédaient déjà une faune littorale, une faune pélagique et une faune profonde.

Mais je ne saurais admettre avec Asper (Lv) qu'il y ait eu continuité entre cette faune profonde anté-glaciaire et notre faune profonde actuelle. La faune profonde de l'époque pliocène a, dans nos lacs, été détruite par les glaciers et la faune profonde actuelle est d'origine quaternaire.

En effet je ne saurais me représenter des animaux lacustres qui auraient survécu à l'envahissement de nos lacs par les glaciers. On a retrouvé des blocs erratiques sur le Jura à l'altitude de 1350 m.; le fond du Léman étant à la côte de 40 m. au-dessus de la mer, on doit admettre qu'au moment de l'extension maximale des glaciers, une calotte de glace de plus de 1300 m. d'épaisseur remplissait le bassin de notre lac. Cet énorme culot de glace écrasait tout, broyait tout. Tous les habitants de nos lacs de plaine ont dû disparaître sous le puissant manteau glacé qui les opprimait (1).

Est-ce à dire que ces immenses mers de glace fussent absolument désertes? La vie a des ressources bien ingénieuses quand il s'agit de profiter des plus chétives conditions

(1) Je ne saurais me figurer une faune profonde lacustre vivant sous la calotte de glace de l'Indlandsis du Grönland.

d'existence ; aujourd'hui nous trouvons dans les fissures capillaires des glaciers la Desoria glacialis, qui vit par myriades dans ce milieu à la température de zéro ; et sur les croupes des grandes Alpes nous voyons végéter, parfois avec abondance, le Protococcus nivalis de la neige rouge. Mais là où ces organismes glaciaires peuvent encore vivre, les faunes lacustres ne sauraient subsister, et il n'y a aucun doute que, dans ce qui avait été les cuvettes des lacs pliocènes, les faunes littorales, pélagiques et profondes étaient anéanties par les glaciers.

Ce n'est pas à dire non plus que la vie fut détruite dans les promontoires montagneux qui séparaient les divers bras du grand glacier. Les cimes de plus de 1500 m. d'altitude surgissaient au-dessus du fleuve glacé et, comme leurs analogues actuels de la région des hautes Alpes, ou les Nanutaks du Grönland, elles se dégarnissaient partiellement de neige en été ; elles se couvraient d'un tapis de verdure, et plantes et animaux alpestres profitaient à l'envi des beaux jours. Dans les ruisseaux, dans les étangs de ces oasis montagneux, les animaux aquatiques se multipliaient aussi pendant l'été. Mais ces rudiments d'une flore et d'une faune alpestre n'avaient en rien les caractères des flores et des faunes lacustres, et nous ne saurions y trouver en particulier les éléments d'une faune profonde.

La faune profonde anté-glaciaire a été anéantie par le grand développement des glaciers au commencement de l'époque quaternaire. Donc notre faune profonde actuelle ne peut provenir par descendance directe des faunes profondes tertiaires qui ont existé autrefois dans les contrées Subalpines.

Deuxième solution. La faune profonde subalpine proviendrait-elle par migration active ou passive des faunes profondes d'autres lacs, d'autres contrées ?

Lorsque les grands glaciers ont fondu, les lacs ont apparu de nouveau. Ils se sont peuplés à nouveau ; de même que la terre ferme a repris progressivement sa population animale et végétale, de même aussi les eaux ont repris vie. Le même phénomène que nous observons de nos jours dans les reculs périodiques des glaciers, quand nous voyons la moraine profonde, dégagée de la masse glacée, être envahie rapidement par les herbes, par les arbrisseaux, par les arbres, se regarnir d'humus, se repeupler d'animaux, le même phénomène s'est produit en grand après l'époque glaciaire. A mesure que le glacier se reculait dans les hautes vallées, à mesure les plantes et les animaux, qui pendant l'époque glaciaire avaient émigré dans les plaines voisines de France, d'Allemagne ou d'Italie, rentraient dans le plateau suisse et repeuplaient les vallées des Alpes.

Nos eaux se sont repeuplées en même temps et de la même manière que la terre et les airs, par migration active et passive des organismes, qui avaient conservé vie dans les lieux épargnés par l'envahissement des glaciers. De proche en proche, de rivière à rivière, d'étang à étang, de marais à marais, les animaux sont rentrés en Suisse par voie de migration active ; ou bien par migration passive, à l'état de germes transportés par les

vents, ou d'œufs d'hiver charriés par les oiseaux de passage, ils ont franchi de plus longs espaces et ont été peupler des eaux plus isolées. Les eaux ont recouvré leurs habitants comme la terre et comme les airs ; le pays subalpin s'est repeuplé par migration depuis la retraite des glaciers.

Pour ce qui regarde les lacs, leur repeuplement n'est pas aussi simple que celui des eaux terrestres, étangs, marais, rivières. Il faut pour la vie lacustre une adaptation spéciale qui ne se produit pas immédiatement ; nous en avons une preuve dans l'absence dans les grands lacs d'une foule d'animaux aquatiques, qui, vivant dans les rivières et étangs de la terre ferme, sont apportés en grand nombre à chaque débordement des eaux, dans le lac, mais ne savent pas s'y multiplier, ou même y vivre. Pour le repeuplement des lacs il n'y a que deux procédés possibles :

Ou bien l'adaptation à la vie lacustre d'espèces fluviatiles ou palustres transportées activement ou passivement dans le lac.

Ou bien le transport d'un lac à l'autre d'espèces déjà adaptées à la vie lacustre ; mais comme les lacs sont séparés les uns des autres, ce n'est que par migration passive que peut se faire ce transport et spécialement par le moyen des oiseaux de passage.

Ces deux procédés sont l'un et l'autre mis en œuvre pour le peuplement d'un lac, à savoir :

La faune littorale les utilise tous les deux ; certaines espèces sont apportées dans le lac par les oiseaux et poissons migrateurs ; d'autres espèces y entrent en venant des eaux terrestres. Ce n'est pas le lieu de faire ici une étude complète de ces procédés de migration.

La faune pélagique a une origine plus simple. J'ai montré ailleurs (11) comment les habitudes crépusculaires de certains entomostracés littoraux les livrent au jeu des brises alternatives des grands lacs ; comment ces animaux, venant nager près de la surface pendant la nuit, sont entraînés en plein lac par le courant de la brise de terre, soufflant dans la direction du milieu du lac ; comment, pendant le jour ils descendent dans la profondeur à la limite de la région obscure, et ils échappent ainsi au courant de retour de la brise du lac qui les aurait ramenés vers la côte ; comment ils sont ainsi relégués dans la région pélagique, où, par sélection naturelle, ils deviennent ces espèces transparentes, bonnes nageuses, nageant sans interruption, sans se reposer jamais sur des corps solides lesquels n'existent pas dans la région. La création de la faune pélagique est donc un phénomène d'adaptation au milieu lacustre, et spécialement au milieu pélagique. Mais la dissémination de cette faune pélagique est due à la migration passive d'un lac à l'autre par le moyen des oiseaux de passage ; cela est prouvé par l'uniformité remarquable de la faune pélagique dans tous les lacs de notre continent, dans les lacs scandinaves, suisses, italiens ou caucasiques, dans les lacs de région subalpine, ou subapennine, dans les lacs d'origine moderne ou d'origine très ancienne. Des œufs de ces animaux pélagiques sont

transportés chaque année d'un lac dans l'autre, et la constance des types est ainsi maintenue (1).

(1) Dans son dernier mémoire sur la faune pélagique des lacs italiens (LXII), le professeur P. Pavesi de Pavie a développé de nouveau sa théorie, que je crois erronée, sur l'origine de la faune pélagique lacustre; ce n'est pas le lieu ici d'étudier à fond cette question, mais je ne puis pas cependant me dispenser de justifier mon opinion, en réfutant rapidement celle qui m'est opposée. Mon savant ami croit à l'origine marine de la faune pélagique lacustre, tout au moins dans ses formes les plus typiques, celles qu'il appelle eupélagiques; il n'admet pas le transport d'un lac à l'autre par migration passive; il croit au contraire à la différentiation locale des espèces marines en espèces lacustres; il croit que les ancêtres de nos pélagiques lacustres actuels habitaient autrefois les fiords ou golfes de la mer, que ces fiords sont devenus des lacs par l'établissement de barres qui les ont séparés de la mer, que les eaux devenant de moins en moins salées se sont transformées en eaux douces, que les animaux se sont adaptés petit à petit à l'habitat dans les eaux douces; il croit en un mot que la faune pélagique des lacs d'eau douce est une faune reléguée (fauna relegata, Reliktenfauna) en analogie avec certaines espèces du lac de Garde (Palaemon lacustris), ou des lacs de Scandinavie (Mysis relicta, Pontoporcia affinis etc.), en analogie avec la faune du lac Baikal et d'autres lacs.

Pavesi se fonde sur des arguments généraux qui prouvent la possibilité d'une faune reléguée; ces arguments je ne les discuterai pas, car je les admets entièrement. Comme lui je crois à l'existence de faunes reléguées; je viens d'en citer des exemples que j'accepte très volontiers; à la fin de ce chapitre j'en indiquerai plusieurs nouveaux, tirés des faunes profondes lacustres. Admettant la possibilité générale de la transformation des faunes marines en faunes lacustres par voie de relégation, je n'ai pas de motif qui dénie cette possibilité aux animaux pélagiques. Mais les arguments spéciaux de Pavesi, qui invoque des faits de géographie zoologique pour appliquer cette notion de faune reléguée à la faune pélagique lacustre, ne me semblent pas décisifs, et je dois les réfuter ici. Pavesi se base:

1° Sur l'existence de ces espèces eupélagiques dans les lacs de cluses, dans les lacs séparés de ceux-ci par les alluvions des rivières, dans les lacs latéraux des barrages glaciaires, dans les lacs retenus par des moraines frontales, dans les lacs de cratères des volcans récents; il cite comme exemple les lacs Majeur, de Côme, Lugano, Garde, Orta, Varese, Iseo, et 16 autres lacs italiens de plus petites dimensions.

2° Sur l'absence des espèces eupélagiques dans les lacs alpins de grande altitude, dans les lacs d'origine moderne, dûs à des éboulements ou à l'action des hommes, dans les lacs orographiques des anciennes formations géologiques; il cite comme exemple les lacs de Mantoue, de Toblino, d'Alleghe, du Ritom et de Trasimène.

Pour que ces arguments de géographie zoologique de Pavesi fussent démonstratifs, il faudrait: Premièrement que tous les lacs, où l'on trouve aujourd'hui la faune pélagique véritable fussent tous, sans exception, des anciens golfes marins transformés en lacs. Or cela n'est pas. La faune pélagique, la faune eupélagique, est très richement représentée dans tous les lacs subalpins du nord des Alpes et il n'y a pas moyen de penser à faire de ces lacs d'anciens fiords, des restes d'une mer antique; ou bien si l'on pouvait peut-être arriver à une idée de ce genre, toute continuité directe dans les relations phylogéniques des anciennes populations marines et des populations lacustres modernes est nécessairement écartée dans ces lacs par le fait historique de l'époque glaciaire.

Secondement pour que les arguments de Pavesi fussent démonstratifs il faudrait que l'absence de la faune eupélagique des cinq lacs où il ne l'a pas trouvée, ne pût pas s'expliquer autrement. Discutons brièvement les conditions de ces cinq lacs:

1° et 2°. Le lac de Mantoue et le lac de Trasimène n'ont que 8.5 m. et 8 m. de profondeur; ce sont à peine des lacs, ce sont presque des marais; les animaux pélagiques y ont à peine place pour leurs

Migrations actives, migrations passives d'un lac à l'autre, ces relations entre des eaux qui communiquent directement de l'une à l'autre suffisent donc à expliquer l'origine des faunes littorales et des faunes pélagiques. Il n'en est pas de même pour les faunes profondes.

En effet les régions profondes des lacs sont absolument séparées les unes des autres: il n'existe aucun lien, aucun passage qui les unissent; les eaux courantes qui joignent deux lacs, les fleuves et rivières, sont des eaux purement superficielles. Quant aux oiseaux de passage, dont le rôle est si efficace dans la dissémination des espèces aquatiques, ils ne peuvent que nager à la surface des eaux, et même les meilleurs plongeurs ne descendent jamais dans les couches de la région profonde. Pour passer d'une région à l'autre, les animaux auraient donc à traverser, non seulement la distance qui sépare les deux lacs, mais auparavant il leur faudrait s'élever jusqu'à la surface, ce qui leur est impossible.

---

migrations diurnes; la température de tels lacs doit s'élever en été à un degré trop haut. Les conditions de milieu y sont certainement fort différentes de celles des grands lacs de plaine, où fleurit la faune pélagique.

3° Le lac Ritom a une profondeur suffisante, 60 m., mais son altitude, 1829 m., est très élevée; elle diffère énormément de celle des autres lacs où nous trouvons la faune pélagique normale; les conditions de développement doivent y être fort gênées. C'est ainsi que dans les lacs de l'Engadine la faune pélagique est aussi fort réduite. Dans le lac de Sils, alt. 1796 m, Asper n'a trouvé qu'un petit Cyclopide et une petite Daphnia (xxxi); dans le lac de St-Moritz, alt. 1767 m., P.-E. Müller (1) n'a pêché que la Bosmina longispina, une des espèces eupélagiques de Pavesi.

4° Le lac d'Alleghe dans les Alpes de Belluno a une altitude assez élevée, 976 m. et une profondeur suffisante, 35 m. Les Entomostracés que Pavesi y a pêchés sont assez nombreux, Cyclops gigas, C. serrulatus, C. brevicornis, Simocephalus vetulus, Daphnia pulex, D. longispina. Il est vrai qu'il n'y a ni Leptodora, ni Bythotrephes, ni Bosmina, espèces eupélagiques par excellence, mais c'est cependant un rudiment assez bien conditionné de faune pélagique.

5° Le lac de Toblino, dans le Trentin, petit lac d'un kilomètre à peu près de superficie, 40 m. de profondeur, et 240 m. d'altitude. Pavesi qui l'a exploré le 3 mars 1882 y a récolté des Cladocères et des Copépodes, mais aucune des espèces eupélagiques.

En résumé, parmi ces exemples négatifs qui doivent décider la question, il ne reste que ces deux lacs, celui d'Alleghe, d'altitude assez élevée, et celui de Toblino, de dimensions fort restreintes; si l'absence de la faune pélagique n'y est pas uniquement accidentelle, elle s'expliquerait encore bien par les conditions spéciales de ces lacs.

Je ne puis trouver ces arguments de zoologie géographique démonstratifs, et comme ils doivent juger entre la théorie de Pavesi et la mienne, j'en reste, pour le moment du moins, à mon ancienne opinion sur la genèse de la faune pélagique.

Le point capital sur lequel j'insiste dans cette discussion, c'est l'unité de la faune pélagique des différents lacs d'eau douce et sa dissémination par migrations passives. Quant à l'origine primitive des animaux lacustres aux dépens d'animaux marins, dont l'adaptation à l'habitat des eaux douces s'est faite ou par le procédé de la rélégation dans des bassins fermés lesquels se sont progressivement dessalé, ou par le passage dans des eaux de moins en moins saumâtres (estuaires des grands fleuves, mers intérieures, mer Baltique), je l'admets sans hésitation.

Il n'y a donc aucun rapport médiat ou immédiat entre les régions profondes de deux lacs; la faune profonde d'un lac ne peut pas descendre de la faune profonde d'un autre lac. La faune profonde de nos lacs subalpins ne peut descendre de la faune profonde d'autres lacs du continent, qui aurait été apportée ou activement ou passivement.

Je discuterai plus loin les rapports probables entre les fonds des lacs et la nappe des eaux souterraines, et nous verrons à cette occasion la possibilité de communications indirectes entre les régions profondes de divers lacs. Mais nous verrons aussi que, au point de vue de la faune, ces rapports n'intéressent que deux ou trois espèces, et que la conclusion générale à laquelle je viens d'arriver dans ce paragraphe n'en est aucunement infirmée.

Troisième solution. La faune profonde descend des animaux de la région littorale (1), qui sont arrivés dans les grands fonds, soit par migration active, soit par migration passive, et qui s'y sont adaptés aux conditions du milieu.

Cette solution, je la tiens pour juste et je vais en développer la possibilité.

Je montrerai d'abord qu'elle est probable, en établissant les rapports intimes qui existent entre la faune littorale et la faune profonde ; je me baserai sur l'énumération que j'ai donnée des espèces du Léman.

Tout d'abord nous trouvons un grand nombre d'espèces déjà connues, qui ont été constatées à la fois dans les deux régions, et qui, étudiées par des spécialistes, ont été déclarées identiques ou fort peu modifiées. Je citerai:

Larves de Diptères, Atax crassipes, Gammarus pulex, Sida crystallina, Eurycercus lamellatus, Camptocercus macrourus, Alona quadrangularis, Camptocamptus staphylinus, Saenuris rivulorum, Mermis aquatilis, Dorylaimus stagnalis, Trilobus gracilis, Ligula simplicissima, Microstoma lineare, Prorhynchus stagnalis, Mesostoma lingua, M. Ehrenbergii, M. pusillum, M. rostratum, M. viridatum, M. sulphureum, Typhloplana lugubris, Dendrocoelum lacteum, D. fuscum, Floscularia ornata, Hydra rubra, Spirostomum ambiguum, Stentor coeruleus, St. polymorphus, St. Roeselii, Zoothamnium arbuscula, Vorticella convallaria, Amoeba proteus, A. verrucosa, Difflugia globulosa, Actinophrys sol (38 espèces).

Nous avons à côté de cela un certain nombre d'espèces de la faune profonde, qui n'ont pas encore été constatées dans la région littorale du Léman, mais qui sont des espèces vulgaires, connues ailleurs dans les eaux superficielles, et que nous n'avons aucune raison pour croire étrangères à notre faune littorale; ou bien si elles n'y existent pas actuellement, elles ont fort bien pu s'y trouver dans les siècles passés. Je citerai:

Hygrobates longipalpis, Limnesia pardina, Nesaea reticulata, Candona similis, C. lucens, Cypris minuta, Cyclops magniceps, Cyclops brevicornis,

(1) Et de la faune des eaux souterraines, voir plus loin.

Camptocamptus minutus, Piscicola geometra, Macrostoma hystrix, Mesostoma productum, M. trunculum, Gyrator hermaphroditus, Amoeba radiosa, Difflugia piriformis, D. urceolata, D. acuminata, Hyalosphemia cuneata, Arcella vulgaris, Centropyxis aculeata, Pamphagus hyalinus (22 espèces).

Parmi les espèces nouvelles, décrites dans la faune profonde du Léman, nous avons, après les avoir découvertes dans la profondeur, retrouvé quelques-unes d'entr'elles dans la région littorale. Ce sont:

Hygrobates nigromaculatus, Bythonomus Lemani, Otomesostoma Morgiense, Plagiostoma Lemani (4 espèces).

Viennent ensuite les espèces de la faune profonde, décrites comme nouvelles, et qui n'ont pas encore été retrouvées dans nos eaux littorales.

Pour un certain nombre, les rapports sont évidents avec des espèces voisines, connues dans la région littorale du Léman, ou dans les eaux superficielles. Ce sont:

Moina bathycola H. Vernet, venant de Moina brachiata des eaux superficielles de notre pays.

Limnaea profunda S. Clessin, venant de L. stagnalis, espèce littorale du Léman.

Limnaea abyssicola A. Brot, venant de L. palustris, espèce palustre qui existe dans la région littorale de plusieurs lacs alpins.

Limnaea Foreli S. Cl., venant de L. auricularia, espèce de la région littorale du Léman.

Valvata lacustris S. Cl. dérivée de V. antiqua, faune littorale du Léman.

Pisidium Foreli dérive d'après S. Clessin de Pis. nitidum.

Pour Pisidium profundum, Clessin le fait descendre d'une espèce littorale qu'il n'a pas encore pu désigner.

Gyrator coecus L. Graff, forme modifiée du G. hermaphroditus, espèce littorale.

Vortex intermedius G. du Plessis, forme modifiée du V. truncatus des eaux superficielles.

Fredericella Duplessis F. A. F., espèce dérivant de la Fr. sultana de la région littorale du Léman.

Restent huit espèces:

Deux d'entr'elles n'ont pas de rapports avec les espèces des eaux littorales ou superficielles; leur parenté doit se chercher dans la faune des eaux souterraines. Ce sont: Niphargus puteanus var. Forelii, Al. Humbert, variété lacustre du Gammaride aveugle des puits et cavernes de toute l'Europe; Asellus Forelii, H. Blanc, espèce lacustre venant de l'Asellus cavaticus de Schiödte, des eaux souterraines de l'Europe.

Nous reviendrons plus loin sur le cas spécial de ces deux espèces.

Une espèce, Pachygaster tau insignitus Leb. a probablement une aire assez étendue; découverte dans la faune profonde du Léman, elle a été constatée dans la région

analogue des lacs de Zoug et de Zurich; puis dans un marais des environs de Lubeck. On la retrouvera sans doute ailleurs.

La Nesaea Koenikei et l'Asperia Lemani de Haller, sont des espèces nouvelles, dont les relations et l'aire d'extension ne sont pas encore connues.

Le Saenuris velutina de Grube n'a pas encore été constaté dans les eaux superficielles ou littorales (1).

Enfin les Acanthopus de Vernet, A. resistans et A. elongatus, n'ont pas encore d'analogues connus dans les eaux douces; ils sont voisins des Cythéridés marins.

En résumé la plupart des espèces profondes du Léman dérivent évidemment des espèces littorales du même lac; cela est démontré pour la grande majorité des formes, et nous pouvons admettre que de nouvelles études compléteront cette démonstration. Deux espèces seulement viennent probablement des eaux souterraines. Nous les laissons à présent de côté, quitte à reprendre plus tard la question de leur origine.

Il y a donc probabilité de relations entre la faune profonde et la faune littorale; la première descend probablement de la seconde. — Demandons-nous maintenant si le fait est possible. Y a-t-il possibilité de migrations actives ou passives, qui aient transporté les espèces littorales dans les profondeurs du lac?

La *migration active* consiste dans le déplacement spontané des organismes, lesquels passent d'un lieu à l'autre, en utilisant leur mode particulier de locomotion. Etant données les allures très lentes des animaux limicoles, qui forment la grande majorité de nos faunes littorales, les migrations actives doivent jouer un rôle peu important dans leur dissémination; cependant, quelque petit que soit le déplacement d'une espèce animale dans le cours d'une génération, si ce déplacement se renouvelle pendant nombre de générations, il peut, en s'additionnant, représenter des distances considérables. Je suis convaincu que les espèces mobiles du littoral, les espèces limicoles, dont l'existence n'est pas liée à la présence de pierres ou de plantes vertes, s'égarent dans leurs excursions et descendent petit à petit dans les abîmes de la région profonde.

Mais, dira-t-on, comment ne sont-ils pas repoussés par l'obscurité et par le froid des grands fonds, comment ne sont-ils pas attirés par la lumière et la chaleur, qui devraient les engager à remonter vers le littoral? Pour répondre à cette question il faut d'abord se rappeler que tous ces animaux sont myopes et ne voient qu'à une très faible distance; puis il faut se mettre, par la pensée, dans la position où ils doivent se trouver. S'ils sont encore dans la région où la lumière pénètre, ils doivent avoir au-dessus d'eux un ciel éclairé, tandis que, dans toutes les directions, l'horizon est obscur; puis le sol monotone et sans accidents, sur lequel ils rampent, est trop peu incliné pour qu'ils sachent reconnaître la direction qui les ramènerait dans les régions éclairées. En les supposant capa-

(1) Je ne serais pas étonné qu'on le découvrît dans les eaux souterraines.

bles de faire les raisonnements assez compliqués qui leur feraient rechercher leur chemin, ils seraient dans l'impossibilité absolue de le retrouver.

J'admets donc que, par migration active, les animaux mobiles de la région littorale peuvent s'égarer dans leur courses vagabondes, et se disséminer de plus en plus loin dans les régions profondes.

Mais les *migrations passives* doivent être bien plus efficaces. Ces migrations passives peuvent se faire par quatre procédés différents.

a) Les animaux littoraux peuvent être transportés par les Poissons sur lesquels ils prennent normalement ou accidentellement insertion. Je citerai par exemple les larves des Naïades, les Piscicoles, et tous les Crustacés et Vers parasites des Poissons.

b) Les glissements de terrain. Lorsque le talus s'éboule dans la profondeur, comme cela a eu lieu lors de l'effondrement du quai de Vevey en 1877, de la gare de Horgen en 1875 et 1883, ou du quai de Clarens en 1883, comme cela a lieu chaque année sur le bord du mont à Ouchy, ou à St-Prex, le sol du littoral descend dans la région profonde avec tous les animaux qu'il renferme. Ce procédé de transport passif est assez rare, mais il peut être très efficace dans certaines localités.

c) Les courants profonds. Le courant de retour, que nous avons décrit comme marchant, dans la profondeur, en sens inverse des grands vents, entraîne vers le milieu du lac l'eau qui a été agitée par les vagues sur le littoral. Cette eau trouble du littoral est salie par la vase, soulevée par les vagues, et porte en suspension, non-seulement les poussières minérales, mais plus facilement encore les organismes et débris d'organismes plus légers, qui flottent longtemps entre deux eaux. Toutes ces matières en suspension se déposent plus ou moins lentement sur le sol, et de cette manière les organismes, les œufs et les germes de la région littorale, sont emportés vers le milieu du lac. Si l'on se souvient que ces courants peuvent être très énergiques, qu'on les voit charrier à des centaines de mètres de distance les filets de pêche, qu'ils tordent et déchirent, on comprendra que leur action de dissémination des organismes doit être très active, et qu'ils doivent contribuer efficacement à transporter dans la région profonde les animaux de la faune littorale.

d) Un dernier procédé a peut-être autant d'importance, c'est le transport sur les radeaux flottants à la surface du lac. Des animaux sont fixés sur des herbes aquatiques, ou sur des débris végétaux tombés accidentellement dans le lac ; ils y ont pris insertion ou y ont déposé leurs œufs. Ces végétaux sont entraînés par les courants superficiels en plein lac ; là ils s'allourdissent par imbibition progressive d'eau, et ils finissent par sombrer ; les animaux et les germes qu'ils portent descendent avec eux dans les grands fonds.

Ces quatre procédés de migration passive, joints à la migration active suffisent certainement à expliquer le transport dans la région profonde des espèces littorales ; ils doivent agir plus ou moins chaque année, et il est évident que les apports, dans les grandes profondeurs du lac, de nouveaux animaux venant du littoral doivent être très fréquents.

§ III. Habitabilité des grands fonds.

Mais les animaux littoraux, apportés de la région littorale dans la région profonde, y trouvent des conditions de milieu fort différentes de celles auxquelles ils ont été jusque alors soumis. Quelques-unes de ces conditions semblent même tellement contraires à la vie animale, que pendant longtemps l'on n'a pas cru qu'elles fussent compatibles avec la vie. Nous devons donc reprendre à ce point de vue les conditions de milieu de la région profonde, dont nous avons indiqué les caractères dans notre chapitre II, et après cette étude, nous aurons à nous décider entre deux alternatives :

Ou bien les animaux littoraux sont tués par le transport direct dans les grands fonds, et ce n'est que par une adaptation successive, par le transport progressif dans des profondeurs toujours plus grandes, qu'ils ont pu s'habituer à ces conditions de milieu nouvelles pour eux.

Ou bien les animaux littoraux peuvent vivre dans le milieu des grandes profondeurs où ils sont transportés subitement, et les modifications qu'ils subissent, s'ils en subissent, ne surviennent qu'après.

Dans le premier cas l'adaptation au milieu est un phénomène essentiel, primordial, nécessaire; dans le second cas c'est un phénomène secondaire, accidentel, accessoire.

La *pression* augmente d'une atmosphère à chaque 10 m. de profondeur d'eau; un animal, entraîné du littoral au fond du Léman, passe d'une pression de 1 atmosphère à 30 atmosphères. Cette pression, quelque énorme qu'elle soit, n'est pas un obstacle à la vie dans les profondeurs.

Tout d'abord la pression en elle-même, quelle qu'elle soit, ne peut gêner en rien un animal, et les changements de pression ne peuvent lui être nuisibles, que si ses organes contiennent, dans des cavités fermées, des gaz à l'état aëriforme. C'est ainsi que nous ne nous apercevons en rien de la pression de 1 kg. par centimètre carré, qui opprime notre corps à la surface de la terre; lorsque nous sommes au sommet du Mont-Blanc, ce n'est que par les troubles respiratoires ou auditifs que nous remarquons que la pression est diminuée de moitié. Le corps presque incompressible, plongé dans un fluide, étant comprimé également de toutes parts, ne ressent pas autrement les effets directs de la pression.

Pour les animaux aquatiques, qui ne renferment pas de gaz à l'état aëriforme, le transport dans la profondeur ne cause aucun effet sur eux. Quant à ceux qui renferment de l'air, il en est autrement.

Nous discuterons plus loin le cas des Limnées, Gastéropodes pulmonés que nous trouvons dans la région profonde.

Ne parlons ici que des Poissons qui possèdent une vessie natatoire, pleine de gaz, comme c'est le cas de tous les poissons de nos lacs. Ces poissons descendent dans la

profondeur, ou pour y frayer, ou simplement pour y passer l'hiver. Qu'en résulte-t-il pour eux ? La vessie natatoire est soumise à une compression rapide, à mesure que le poisson descend, et son volume est réduit, en raison directe de la pression qu'elle a à supporter, Quant une Féra ou une Lotte descendent à 200 ou 300m. de profondeur, pour y frayer, leur corps est soumis à une pression 20 ou 30 fois plus forte que celle de la surface, et la vessie natatoire est réduite au $^1/_{20}$ ou au $^1/_{30}$ de son volume primitif. Il en résulte une légère augmentation de la densité du corps, et le poisson a quelques efforts supplémentaires de natation à faire, pour se maintenir entre deux eaux. A cela se réduit l'inconvénient, dont souffre, à ce point de vue, un poisson qui descend dans les très grands fonds. Quand il remonte dans les régions supérieures, le phénomène a lieu en sens inverse ; les gaz de la vessie natatoire, comprimés à l'extrême par la forte pression extérieure, se dilatent à mesure que cette pression diminue, et la vessie reprend progressivement son volume primitif. Mais quand le séjour dans les grands fonds s'est prolongé pendant quelques temps, il est probable que la vessie natatoire a sécrété un excès de gaz, et que la masse de gaz qu'elle contient est supérieure à ce qu'elle est dans la normale. Toujours est-il que, lorsque les pêcheurs ramènent dans leurs filets des poissons capturés dans les grandes profondeurs, ils voient parfois les viscères sortir par la bouche de ces poissons, extraordinairement tuméfiés. C'est la vessie natatoire trop remplie de gaz qui, soumise à la décompression d'une manière brutale et trop rapide, s'est dilatée outre mesure et a refoulé, hors de la cavité abdominale, l'estomac et les autres viscères. Les poissons à l'état de nature évitent probablement cet inconvénient, en remontant lentement et graduellement des grands fonds dans les régions plus élevées ; les gaz en excès de la vessie natatoire peuvent alors se dégager par le canal pneumatique (Féras), ou bien, pour les espèces dont la vessie est fermée de toutes parts, par l'intermédiaire du sang (Lottes, Perches).

Ainsi donc l'augmentation de pression dans la profondeur n'a d'effet appréciable que pour les Poissons, et encore cet effet n'est nuisible pour eux que lorsqu'ils remontent trop brusquement à la surface, après avoir séjourné longtemps dans les grands fonds.

Quant aux questions relatives à l'effet de la pression sur la respiration, nous les traiterons à propos des gaz dissous dans l'eau.

Les *mouvements de l'eau* sont, comme nous l'avons vu, fort réduits dans la profondeur ; les vagues y sont insensibles ; les courants sont seuls appréciables sous la forme de courants de convection thermique, et de courants de retour des grands vents.

Les courants thermiques sont faibles, et ne peuvent avoir de l'intérêt qu'au point de vue de la dissémination des germes.

En revanche les courants de retour des grands vents peuvent être parfois très intenses, et, quoique relativement rares, ils doivent être pour les habitants de la région profonde un accident fort désagréable. Le milieu dans lequel ils vivent, est habituellement calme et sans mouvement ; tout à coup ils sont saisis par des courants violents, assez puissants

pour tordre et déchirer les filets des pêcheurs; le limon du fond du lac doit être balayé et soulevé, et les animaux entraînés. Mais, d'une part, le fait d'être roulés sur le sol mou et sans aspérités du limon lacustre ne saurait causer grand mal à des animaux si légers et de si faible masse ; d'une autre part, pour la question qui nous occupe spécialement, pour l'acclimatation dans les grands fonds des animaux littoraux, ceux-ci sont habitués aux mouvements cent fois plus violents des eaux de la région littorale.

La *température* est presque constante dans la région profonde du lac ; les variations diurnes ou journalières y sont nulles, les variations annuelles ou lustrales y sont réduites à une amplitude très faible.

Cette température est relativement fort basse; elle est cependant moins basse que celle de la région littorale dans les grands froids de l'hiver, laquelle descend parfois notablement au-dessous de 4 °. Les animaux du littoral transportés dans la région profonde ne doivent donc pas souffrir du froid, d'une manière mortelle pour eux.

En revanche ils peuvent souffrir de l'absence de chaleur. Habitués comme ils le sont dans les régions superficielles à voir chaque année la température de l'eau s'élever à 15°, à 20°, à 25°, leur organisme a dû s'adapter à cette périodicité des variations thermiques, et la suppression de la saison chaude doit être douloureusement sensible pour plus d'une espèce. Tout spécialement elle doit l'être pour ces espèces qui sont soumises, sinon à un véritable sommeil hivernal, du moins à une diminution de l'activité vitale pendant la période des grands froids; ces animaux doivent avoir besoin, pour reprendre le jeu normal de leurs fonctions organiques, d'être excités par la chaleur de l'été ; si cette chaleur leur fait défaut, ils doivent en pâtir.

Lumière. Les animaux du littoral, transportés dans la région profonde, passent d'un milieu plus ou moins éclairé dans un milieu plus ou moins obscur, probablement tout-à-fait obscur dès les profondeurs de 100 m. et au-dessous. Cette obscurité leur est-elle nuisible ou fatale? La lumière est utile aux animaux pour diverses fonctions :

1° *par son action éclairante.*

a) pour la recherche de leurs aliments. A ce point de vue la sagesse des animaux se réduit, pour chacun d'eux, à se nourrir suffisamment, le plus souvent en mangeant les autres, et surtout à éviter d'être mangés; la prudence est ainsi leur vertu dominante et nécessaire dans la lutte pour l'existence. Il s'en suit que la plupart des animaux sont nocturnes, les faibles pour éviter d'être vus par leurs ennemis, les forts, les rapaces, parce que leur proie ne sort guère que de nuit. Pendant le jour, tous se cachent où ils peuvent, et cherchent à se faire oublier ; pendant la nuit seulement, ils sortent et vont à la poursuite de leur nourriture. C'est le cas de la grande majorité des habitants des eaux, et spécialement de la région littorale des lacs. Que par un beau jour calme, on étudie ce littoral, alors que les eaux absolument limpides révèlent à l'œil chaque détail, on n'y aperçoit aucun animal ; l'eau semble déserte. Mais que l'on soulève une pierre, l'on verra les galeries ramifiées que se sont creusées et où se cachent une foule de vers,

de crustacés, de mollusques, de larves d'insectes, etc.; que l'on tamise un peu de vase et l'on trouvera la foule étonnante des animaux limicoles. Dans les aquariums, où j'ai longtemps observé les mœurs des animaux aquatiques, j'ai constaté combien leur activité était plus grande pendant la nuit que pendant le jour.

Ces mœurs nocturnes doivent rendre fort peu incommode à nos animaux littoraux le transport dans la région profonde, obscure; ils sont habitués à chercher leur proie pendant la nuit; que l'obscurité au lieu d'être interrompue devienne permanente, cela ne saurait autrement leur nuire.

b) pour la recherche d'un conjoint dans les questions d'appariement. — Qui s'aime se trouve, même dans l'obscurité.

2° *par son action chimique* ou actinique sur les tissus. Cette action n'a pas pour les animaux la même importance que pour les plantes. A l'exception des animaux verts, dont les granules de chlorophylle, ou d'après les nouvelles théories les Algues parasites, ont besoin de la lumière pour remplir leur fonction réductrice, les animaux vivent fort bien sans lumière, comme l'a appris l'étude de la faune des cavernes; leur pigmentation est plus pâle, disparaît même complètement, mais les fonctions de la vie végétative, aussi bien que celles de la vie animale, ne jouent pas moins leur rôle chez eux, et leur vitalité n'est guère moins active que celles des animaux vivant au plein jour. Il paraît que l'obscurité absolue ou continue n'est pas nécessairement fatale aux animaux (1); ce n'est pas dire du reste qu'elle leur soit avantageuse ou utile.

Quant aux animaux chlorophylliens je n'en dirai pas autant, et de même que les Algues vertes ne se multiplient pas dans la profondeur, de même aussi nous ne verrons pas prospérer dans les régions obscures des animaux, qui ont besoin de la lumière pour les fonctions de leurs parties constitutives ou parasitaires. Nous reviendrons sur ce sujet.

Composition chimique de l'eau. Nous avons vu qu'au point de vue des sels dissous, la composition de l'eau des profondeurs est la même que celle de la surface; le transport de l'habitat dans les diverses régions du lac est, à ce point de vue, sans inconvénient.

Nous avons vu que pour les gaz dissous dans l'eau, la proportion en est aussi à peu près la même; d'après les analyses de Walter, la quantité d'oxygène est la même, la quantité d'acide carbonique est légèrement plus forte dans les profondeurs qu'à la surface, la somme des gaz dissous dans l'unité de volume d'eau restant à peu près la même.

L'invariabilité de la quantité des gaz dissous dans l'eau a une grande importance et est une condition essentielle de la possibilité du transport d'une région dans l'autre et de l'habitabilité des grands fonds. Les études de Paul Bert sur la variation de la pression dans la physiologie de la respiration (LXXIV) nous permettent d'apprécier cette question. Il a montré que l'animal est capable de résister à des variations très considérables de pression, si la tension des gaz respirables est maintenue dans des limites voisines de ce

(1) La faune des cavernes, et les animaux endoparasites en sont la preuve.

qu'elle est à la pression normale ; si la pression est diminuée, pour que l'air soit respirable, il faut que la proportion de l'oxygène soit augmentée, si la pression est surélevée il faut abaisser proportionnellement la quantité relative de l'oxygène, qui sans cela deviendrait nuisible. Autrement dit il faut que le sang, mis en relations dans l'appareil respiratoire avec le fluide oxygéné, se trouve dans des conditions telles que l'endosmose de l'oxygène et l'exosmose de l'acide carbonique continuent à fonctionner, comme sous la pression habituelle. C'est seulement dans ces conditions que les gaz contenus dans le sang gardent leurs proportions normales, indispensables au maintien de la vie.

Or, un animal aquatique, qui descend de la surface dans les grands fonds du lac, n'a pas ses conditions respiratoires sensiblement modifiées ; le sang de son corps est soumis à une pression plus considérable, mais l'eau qui l'entoure est soumise à cette même augmentation de pression ; la quantité des gaz contenus dans l'eau restant à peu près la même pour le même volume, la tension relative des gaz entre le sang et l'eau ne change pas et les phénomènes d'osmose gazeuse entre le sang et l'eau peuvent continuer dans les mêmes proportions. Le fait qu'il y aurait dans les grands fonds un peu moins d'oxygène et un peu plus d'acide carbonique (1) doit ralentir les phénomènes respiratoires ; l'activité vitale doit être un peu déprimée, mais il n'y pas là une différence telle qu'il y ait en rien menace d'asphyxie, et le transport dans la région profonde doit pouvoir s'effectuer sans grand trouble physiologique.

Ainsi s'explique non-seulement la possibilité du transport des animaux littoraux dans la région profonde, mais encore les migrations diurnes des animaux pélagiques, qui tous les jours passent par des variations de pression du simple au double, au triple, au quintuple.

La *nature du sol* peut avoir une importance considérable. Le sol des grands fonds, mou, de consistance vaseuse ou limoneuse, sans corps solides, doit convenir fort bien à tous les animaux limicoles, sans parler des animaux marcheurs et nageurs qui se trouvent bien partout où ils peuvent nager ou marcher. Mais les animaux fixés ou adhérents, ceux qui ont besoin de prendre insertion sur un corps solide, doivent s'y trouver fort dépaysés ; pour beaucoup ce manque d'appui peut devenir une cause de mort s'il ne provoque pas une modification considérable dans les mœurs de l'animal. Nous trouverons des exemples de ces deux alternatives.

Enfin la *flore* peut être considérée comme étant une condition de milieu, et des plus importantes, pour les animaux. Beaucoup d'espèces littorales prennent insertion sur les plantes aquatiques, ou se nourrissent de végétaux. Il est difficile d'établir d'une manière générale la nécessité de ces relations intimes entre animaux et végétaux ; pour les diverses espèces les conditions sont trop différentes. Mais ce que l'on peut dire, c'est que si l'absence absolue des plantes vertes dans les grands fonds n'est nullement pénible pour un

(1) d'après l'analyse de Brandenbourg. La moindre quantité d'oxygène n'est pas confirmée par les dernières analyses de Walter. Voyez notre chapitre II, § 5, pag. 44.

grand nombre d'espèces, en particulier pour les espèces limicoles, elle doit être pour beaucoup d'autres une privation fort désagréable, et pour quelques-unes une cause de troubles ou même de mort.

— En résumé dans les conditions de milieu, telles que nous les connaissons dans la région profonde, il n'y a rien qui soit, d'une manière générale, un obstacle absolu à la vie animale. Les seuls points qui nous paraissent être d'importance nuisible ou fatale sont: l'absence d'une saison chaude pour les animaux qui ont besoin de chaleur pour le cycle annuel de leur vie physiologique; l'absence de la lumière nécessaire à la vie des animaux chlorophylliens; l'absence des corps solides qui peuvent être indispensables à l'insertion de certains animaux fixés; l'absence de plantes vertes qui peuvent être nécessaires à certains animaux à régime exclusivement végétal. Un certain nombre de types animaux semblent donc devoir être exclus de la région profonde. Toutes les autres espèces, tous les animaux qui ne souffrent pas des conditions spéciales de vie, caractéristiques d'un milieu nouveau pour eux, doivent pouvoir être transportés impunément de la région littorale dans la région profonde des lacs d'eau douce.

Mais le transport dans les grands fonds du lac, dans des conditions extérieures fort différentes de celles de la région littorale, ne s'effectue pas sans amener des modifications importantes dans l'organisme. Ce milieu nouveau est pauvre, calme, sans mouvements mécaniques, sans mouvements moléculaires, sans variations thermiques, sans vibrations lumineuses ou actiniques; comparativement au milieu bien plus agité des régions littorales, la région profonde est dans le repos presque absolu.

— Pour mieux définir ces conditions d'habitabilité des grands fonds du lac, je vais essayer de faire un tableau du climat de ces régions; je supposerai un animal émigré de la région littorale et je me demanderai sous quels traits il décrirait le pays dans lequel il arrive. Je laisserai de côté dans cette description tout ce qui se rapporte au sol uniforme et monotone, à ce limon sans accident et sans limite, dont nous avons donné une idée suffisante; je m'en tiendrai à ces conditions de milieu variables, qui font ce qu'on appelle le climat.

Descendons d'abord *à 30 m. de profondeur, à la limite supérieure de la région profonde.* L'hiver y est la saison brillante de l'année. L'eau déjà éclaircie en automne devient de plus en plus transparente, jusqu'au mois de mars ou d'avril. Pendant ces mois d'hiver, à 30 m. de profondeur, un animal doit pouvoir discerner quelque chose du sol sur lequel il repose, durant les heures du jour, lesquelles augmentent de longueur à partir du solstice; il doit voir la voûte de son ciel éclairée d'une belle couleur azur intense; peut-être même voit-il passer comme une ombre gigantesque le corps d'une barque qui traverse son zénith; peut-être vers l'heure de midi voit-il, lorsque le lac est calme, le disque du soleil; probablement peut-il voir, pendant la nuit, la lune qui s'élève bien plus haut sur l'horizon. Quand le lac est agité et le ciel clair, il doit jouir d'un spectacle splendide; les vaguelettes qui rident le lac réfractent les rayons lumineux suivant des directions fort diver-

gentes; dans le fond de l'eau on doit avoir un brillant éclairage d'étincelles, aussi nombreuses et aussi élargies que la traînée lumineuse, dessinée par le soleil sur un lac ridé par la brise. Tous ces rayons lumineux doivent être fort éteints par l'absorption puissante de l'eau; mais en comparaison de l'obscurité presque absolue qui domine dans le fond, le moindre trait de lumière doit y paraître éclatant et brillant.

La température, qui s'est progressivement abaissée pendant l'automne, atteint en hiver son minimum annuel, 5.4° dans le Léman en 1884. Accidentellement à la suite d'un grand hiver, lorsqu'une longue série de jours très froids ont abaissé la température du littoral jusqu'à près de 0°, un courant d'eau froide à 4° s'écoule le long des talus du lac; cet accident thermique, qui est rare, et n'est que temporaire, doit être fort désagréable et fort douloureux pour des animaux qui ne sont pas accoutumés à un froid relatif aussi intense.

Au point de vue de la faune, l'hiver est aussi la saison la plus animée; c'est alors que la plupart des poissons du littoral font leur migration annuelle dans la zône supérieure de la région profonde; leur arrivée doit être considérée comme un fléau dévastateur par les animalcules limicoles, fort paisibles et fort tranquilles pendant tout le reste de l'année.

Au printemps, les poissons remontent dans le littoral et la paix règne de nouveau dans la région qui nous occupe. Les jours s'allongent, mais le ciel s'obscurcit; un vaste nuage de poussières aquatiques, impénétrable à la vue, voile le firmament; l'éclairage en est éteint, la demi-obscurité en devient plus crépusculaire, plus sombre. L'œil ne distingue plus ni astres dans le ciel, ni bateaux à la surface de l'eau; l'azur du firmament est remplacé par le gris-noir de nos nuages de neige. La température de l'eau se réchauffe lentement.

Pendant l'été, en raison de la plus grande longueur des jours et de la plus grande élévation du soleil au-dessus de l'horizon, l'intensité et la durée de la lumière devraient augmenter; mais en raison du plus grand développement de la vie organique et de la stratification thermique de l'eau, le nombre des poussières aquatiques augmente en même temps, et le nuage opaque des couches supérieures s'épaissit. La température de l'eau s'élève et atteint son maximum, 10 à 12°.

En automne, dès le mois d'octobre, le refroidissement superficiel amène jusqu'à 30 m. de profondeur les courants de convection thermique; il en résulte un abaissement progressif de la température qui redescend à son régime hivernal. Ces eaux superficielles, longtemps en contact avec l'atmosphère, sont bien aërées et débarrassées de l'excès d'acide carbonique; elles apportent dans la région profonde une abondante provision d'oxygène, qui facilite la respiration animale. En même temps que les eaux se refroidissent, elles s'éclaircissent, et le régime d'hiver chasse enfin le nuage des poussières aquatiques. Le firmament de la région profonde redevient pur, et les astres apparaissent de nouveau, quand l'état serein de l'atmosphère le permet, ou quand l'eau n'est pas obscurcie par le trouble des affluents.

Dans cette région de 30 m. de profondeur, l'eau est fréquemment renouvelée par les courants de retour des grands vents; chaque fois qu'un vent violent vient frapper la côte près de la station qui nous occupe, il se détermine un courant profond, qui ramène en avant l'eau accumulée sur le littoral par la pression des vagues. L'eau qui revient ainsi dans la profondeur est abondamment aërée par le contact avec l'atmosphère; mais elle est aussi salie et chargée de poussières aquatiques, soulevées par le choc des vagues. Il y a ainsi renouvellement fréquent, mais irrégulier de la provision d'oxygène et des substances alimentaires, que peut réclamer la faune locale. Fréquemment aussi, lorsque les pluies ou la fonte des neiges, ont gonflé les rivières, affluents du lac, leurs eaux terreuses, étendues à la surface du lac, déposent dans le fond les matières impalpables qu'elles tiennent en suspension; les flocons de poussières minérales doivent alors tomber sur le fond, comme nous voyons dans notre atmosphère tomber les flocons d'une averse de neige.

A partir de 50 ou 60 m. de profondeur, dans les lacs à affluents glaciaires, l'été doit être caractérisé par la chute continuelle à travers l'eau des poussières minérales que les eaux des torrents ont reçues des glaciers ; cette eau glaciaire, à basse température, se répand dans le lac en nappe horizontale, entre deux eaux, à une profondeur qui correspond à sa densité, et lentement les particules impalpables qui la salissent doivent se déposer sur le fond en traversant les couches inférieures du lac.

Dans *la zône inférieure de la région profonde, à 100 m.* par exemple, le climat est beaucoup plus simple. L'obscurité absolue doit, si je ne me trompe, y régner constamment, et par conséquent le cycle des saisons perd ainsi un trait caractéristique, qu'il avait conservé dans la zône supérieure. Les variations thermiques y sont bien faibles, et la température ne s'élève en été que de quelques dixièmes de degré, pour s'abaisser de valeurs analogues à la fin de l'hiver; le courant d'eau froide à 4°, qui dans les grands hivers descend de la région littorale en suivant les déclivités des talus, doit s'y faire sentir comme nous l'avons vu dans la zône supérieure.

Le renouvellement de l'eau se fait, à 100 m. de profondeur, d'une manière bien moins active que dans la zône supérieure; les courants de convection thermique n'ont lieu qu'à la fin de l'hiver, et n'y ont de l'intensité que dans les hivers froids et prolongés; quant aux courants d'origine mécanique, au courant de retour des grands vents, ils ne peuvent descendre aussi bas pendant tout l'été, quand le lac est stratifié thermiquement; en hiver quand la densité de l'eau est uniformisée, ces courants peuvent se faire sentir dans ces grands fonds; mais ce doit être un accident très rare.

Pour ce qui regarde les migrations des poissons dans la région profonde, à 100 m., l'on doit avoir à noter seulement l'arrivée de l'Omble-chevalier, qui aux mois de mars et d'avril vient y chercher ses frayères, le passage des Féras et Lottes, quand elles descendent dans les très grands fonds pour y frayer en janvier et février, et enfin le passage des alevins de ces poissons quant ils remontent dans les régions supérieures.

Quant aux *très grands fonds du lac*, le fond de la cuvette, *par 300 m.* dans le Léman, ils doivent jouir d'un climat encore plus monotone. Obscurité absolue, toute l'année

durant. Invariabilité apparente de la température qui, en période de réchauffement, s'élève à peine de un à deux dixièmes de degré par an. Ce n'est que dans les grands hivers, quand la surface se refroidit à une température inférieure à celle du fond, que les courants thermiques amènent l'eau de la surface jusque dans les grands fonds; il y a alors changement rapide de température, comme dans *le grand hiver* de 1879 à 1880, dans lequel nous avons vu la température du fond s'abaisser d'un demi-degré en quelques semaines. Cet effet s'augmente encore par l'accumulation, dans la cuvette du fond, de l'eau à 4° de la région littorale, qui s'écoule le long des talus du mont. C'est aussi pendant l'hiver, quand la stratification thermique a disparu, qu'une tempête, comme l'ouragan du 20 février 1879, peut aller remuer l'eau jusque dans ces très grands fonds; mais un tel événement, qui doit être considéré comme un véritable cataclysme pour ces régions tranquilles, y est extrêmement rare.

En fait de relations avec le monde supérieur des régions superficielles nous n'avons à noter que les visites des Féras et des Lottes, qui viennent frayer dans les grands fonds en février, que les cadavres d'animaux pélagiques qui sombrent dans la profondeur, que les poussières organiques et minérales dont les flocons descendent plus ou moins rapidement sur le plancher du lac.

Comme nous l'avons dit, calme et monotonie, absence de mouvements mécaniques, physiques ou moléculaires, absence de variations dans les conditions de milieu, tels sont les caractères du climat des régions profondes, climat qui, dans les grands fonds, où il atteint sa perfection, ignore absolument toute espèce de variations périodiques, même la périodicité des saisons annuelles.

§ IV. Modifications subies par les espèces de la faune profonde.

Quelles sont les modifications reconnaissables dans les organismes de la faune profonde comparés à ceux de la faune littorale? Etudions-les d'abord dans leurs traits généraux; plus tard nous reviendrons sur quelques détails intéressants, plus tard aussi nous rechercherons comment ces modifications sont acquises; nous rechercherons si les changements observés doivent être considérés comme de simples faits de nutrition dans la vie individuelle des animaux, ou bien comme des faits de transformation spécifique, acquis par adaptation dans la série des générations.

Je laisse de côté dans cette étude les deux espèces que nous avons dit provenir de la faune des eaux souterraines, le Niphargus et l'Asellus aveugles; je leur consacrerai plus tard un paragraphe spécial.

a) *Taille.* En général la taille des animaux que nous pêchons dans la région profonde, est notablement inférieure à celle des espèces analogues ou parentes de la région littorale. Cela a été observé chez les animaux suivants:

Eurycercus lamellatus, Camptocercus macrourus, Limnaea profunda, L. abyssicola, L. Foreli, Valvata lacustris, Pisidium Foreli, P. profundum, Prorhynchus stagnalis, Otomesostoma morgiense, Mesostoma Ehrenbergii, M. rostratum, Dendrocoelum lacteum, D. fuscum, Fredericella Duplessis, Hydra rubra.

En revanche quelques espèces de Turbellariés ont été jugées par Du Plessis être de plus grande taille dans leurs formes profondes que dans leurs formes littorales: Microstoma lineare, Mesostoma lingua, M. viridatum, M. sulphureum, Gyrator hermaphroditus, Vortex intermedius. Ajoutons cependant que tous les individus étudiés provenaient de draguages peu profonds, entre 30—60 m., et que ces espèces n'ont été vues jusqu'à présent que dans la zône supérieure de la région profonde.

Les Mollusques, chez lesquels la comparaison est la plus facile et la plus sûre, et qui ont été étudiés sur des individus dragués dans les grands fonds, présentent d'une manière nette et précise une forte réduction de taille.

b. *Pigmentation.* La couleur est généralement plus claire dans les espèces profondes que dans les espèces littorales. Je citerai entr'autres:

Macrostoma hystrix, Otomesostoma morgiense, Mesostoma lingua, M. rostratum, M. viridatum, M. sulphureum, Gyrator hermaphroditus, Dendrocoelum lacteum, D. fuscum, Hydra rubra, Difflugia proteiformis.

Asper a noté la transparence des Gammarus pêchés par lui dans la profondeur du lac de Zurich.(1) Ils sont, dit-il, de petite taille et ont perdu toute espèce de pigment, tellement qu'ils paraissent transparents comme du verre; les exemplaires pêchés par 140 m. devant Oberrieden, et par 60 m. devant Wollishofen, ont cependant de beaux organes visuels, dont on peut facilement reconnaître les cônes cristallins.

Du Plessis a remarqué une coloration rosée chez quelques Turbellariés dragués dans la région profonde, tandis que les espèces littorales ne la présentaient pas: Microstoma lineare, Mesostoma Ehrenbergii, M. rostratum, Gyrator hermaphroditus, Dendrocoelum lacteum. Il attribue cette coloration au régime, composé de petits Crustacés, de Vers, et d'Hydres roses.

c. *Organes de la vue.* Les yeux semblent avoir une tendance à disparaître dans quelques espèces du fond. Dendrocoelum lacteum et D. fuscum manquent souvent de points oculaires. Le Gyrator coecus de Graff est aveugle. Le pigment de ces taches oculaires, qui est normalement noir, tourne au rouge dans quelques Turbellariés du fond: Mesostoma Ehrenbergii, Gyrator hermaphroditus.

Mais la cécité absolue qui caractérise les animaux des cavernes obscures n'existe pas nécessairement dans les animaux de la faune profonde des lacs; j'ai constaté des yeux très

(1) Après avoir étudié ces animaux à Horgen et à Wädensweil, lac de Zurich, je serai moins enthousiaste qu'Asper et sans parler de transparence cristalline (glasartig durchsichtig), je dirai simplement qu'ils sont plus pâles et moins opaques que leurs cousins de la région littorale.

évidents chez des Limnées, Hydrachnides, et Gammarus pulex pêchés à 300 m. de profondeur dans le Léman.

Je me range à l'idée que les Niphargus et Asellus de la région profonde descendent de la faune des cavernes. Ceux qui ne partageraient pas cette manière de voir, et chercheraient à ces animaux une origine dans la faune littorale des lacs, pourraient citer ces deux espèces comme des exemples brillants de la perte de l'organe visuel, par adaptation au milieu obscur des grands fonds.

d. *La coquille des Mollusques* de la région profonde est non-seulement plus petite que celle des espèces littorales, mais elles est toujours remarquable par sa fragilité, sa transparence, son apparence cornée ; cela est surtout évident chez les Limnées et les Pisidies.

e. *Animaux fixés.* J'ai décrit la modification considérable qui existe dans les mœurs et dans la structure des Frédericelles. Ces animaux fixés sur les pierres et végétaux du littoral, une fois transportés dans les grands fonds, n'ont plus trouvé ces corps solides, et ils ont dû devenir des animaux limicoles, fort différents des animaux fixés de l'espèce littorale.

J'ajouterai que les animaux de la région profonde semblent avoir perdu l'usage de s'appuyer sur des corps solides. Quand ma drague ramène du fond de l'eau un morceau de coke, un bois, une feuille, ces corps sont absolument inhabités; aucun animal, aucun œuf n'y est fixé. Les Limnées qui normalement attachent leurs œufs aux rameaux des plantes du littoral, les Chironomes qui les fixent aux murs des quais, quand ils sont descendus dans la profondeur déposent leurs œufs en paquets dans le limon. Il y a là une modification importante des mœurs des animaux, provenant sans doute de la rareté des corps solides, et du repos absolu qui règne dans la région profonde.(1)

A cela se bornent les modifications générales que j'ai jusqu'ici su constater sur l'ensemble des animaux de la faune profonde(2); je ne parle pas ici des traits différenciels observés sur diverses espèces en particulier; je les décrirai plus loin. Ces modifications générales sont peu considérables; sauf celle que nous notons chez la Frédericelle, elles se réduisent à une diminution de taille, à un amoindrissement dans la pigmentation, à une tendance à la suppression de l'appareil visuel. Il est probable qu'il faudrait y ajouter, mais je ne saurais le démontrer, une diminution dans la force musculaire, dans l'activité vitale; les animaux n'ayant plus à lutter contre les mouvements mécaniques et moléculaires du milieu qui les entoure, étant plongés dans un repos monotone et non interrompu, deviennent, j'en ai l'impression très nette, des variétés faibles, paresseuses, pauvres comme le milieu dans lequel ils vivent.

---

(1) En fait d'organismes fixés, je ne puis guère citer que ces cocons ovoïdes recourbés que j'ai décrits plus haut, et que je suppose appartenir au Saenuris velutina. Je les ai trouvés une ou deux fois adhérents à des feuilles ou branches d'arbres, gisant dans le limon. Le plus souvent du reste ils sont libres dans la vase du fond.

(2) Je n'ai jamais constaté chez les animaux de la faune profonde lacustre trace de la phosphorescence qui est si richement développée dans la faune profonde marine (Rapports du Travailleur).

— Ces modifications sont-elles de simples faits individuels résultant d'une nutrition plus appauvrie ou bien sont-elles le résultat de transformations plus profondes, acquises par adaptation et se transmettant par voie d'hérédité dans les générations successives? — Pour répondre à cette question, dans laquelle l'observation et l'expérimentation sont de peu de secours, il y a lieu de décomposer le problème et de distinguer:

1° Un animal transporté du littoral dans la région profonde subira-t-il ces modifications? Je le crois, mais il ne les subira que dans une faible mesure. Dans un milieu pauvre, mal nourri, s'il est en voie de développement, il se développera chétivement; s'il est adulte il s'amaigrira. Mais il est probable que cet appauvrissement de l'organisme n'atteindra son maximum qu'au bout d'une série de générations, pendant lesquelles la race ou l'espèce, de taille et de forces réduites, se perfectionnera dans sa réduction.

2° Un animal de la faune profonde transporté dans le littoral reprendra-t-il la taille, les forces et la pigmentation de ses ancêtres, avant leur migration dans les profondeurs? — Oui, mais cette reconstitution du type primitif ne se fera que au bout de quelques générations; l'individu, de race chétive, placé dans un milieu opulent, reprendra forces et taille; mais ce ne sera qu'au bout de quelques générations que ses descendants auront reconquis l'état florissant, que sa famille avait momentanément perdu. Je puis me fonder ici sur un fait expérimental. Des jeunes Limnées de la région profonde, ont été placées en aquarium; elles ont prospéré, leur coquille s'est bien développée, s'est fortifiée; l'on voit par un élargissement notable du tour de spire, le point où la coquille a été sécrétée dans un milieu plus riche; mais cependant elle est bien loin d'avoir repris la taille et la force d'une Limnaea auricularia du littoral. C'est une L. Foreli de la profondeur un peu mieux nourrie que ses sœurs.

§ V. Résumé.

Les faits développés dans les paragraphes précédents nous permettent déjà quelques conclusions générales sur l'origine des animaux de la région profonde; je vais essayer de les résumer:

Nous avons reconnu que les espèces de la région profonde du Léman ont toutes des relations évidentes de parenté avec les espèces du littoral, à l'exception de deux espèces qui doivent être reliées à la faune des eaux souterraines.

Nous avons vu que l'on ne pouvait aller chercher l'origine de ces espèces profondes, ni dans les faunes profondes antérieures à l'époque glaciaire, ni dans les faunes profondes d'autres lacs, en particulier de lacs situés en dehors du territoire glaciaire; que par conséquent c'est dans la région littorale du lac lui-même que nous devons rechercher les ancêtres et les parents des animaux que nous pêchons dans le fond du lac.

Nous avons établi ensuite qu'il y a possibilité fréquente du transport dans la région profonde, soit des germes, soit des larves, soit des animaux adultes de la région littorale; que ce transport, opéré par différents procédés, doit se présenter fort souvent, on peut

dire chaque année pour quelques-uns d'entr'eux. Ce transport a commencé dès que le lac, libéré des glaces de l'époque quaternaire, a été habité par des espèces littorales; il a été depuis lors non pas continu, mais il s'est reproduit très fréquemment.

Nous avons cherché si les conditions de milieu dans les grands fonds du lac sont incompatibles avec la vie, et nous avons vu que, sauf pour certains types spéciaux, il n'en est rien; que au contraire, quelqu'étranges qu'ils paraissent au premier abord, aucun des faits constituant le milieu ne s'oppose à ce que des animaux littoraux, apportés dans ces régions, ne puissent y vivre sans aucune préparation. Il n'y a donc pas nécessité de faire intervenir, pour le peuplement de la région profonde, des migrations graduelles par lesquelles les animaux, passant progressivement, de génération en génération, dans des profondeurs de plus en plus considérables, s'adapteraient petit à petit au milieu nouveau. Rien ne nous empêche donc d'admettre que, à quelques exceptions près, tout animal de la région littorale, transporté dans la région profonde, ne soit admis immédiatement dans la faune de ces régions, et ne puisse continuer à y vivre.

Si cela est, la faune profonde doit être en état continuel de rajeunissement et de rénovation; la population doit consister en un mélange complexe d'animaux de provenance fort diverse. Chaque espèce doit être formée de l'ensemble des animaux, descendant des générations précédentes, transportées dans la profondeur il y a des années, ou il y a des siècles, et d'animaux amenés actuellement, cette année même, de la région littorale.

S'il y a des modifications dans les organismes, comme nous l'avons montré, et si, comme cela et probable, ces modifications se perfectionnent dans la série des générations, on doit trouver, les unes à côté des autres, les formes plus ou moins transformées, et tous les passages possibles entre le type primitif non encore modifié, dans les individus qui viennent d'émigrer, et le type modifié à l'extrême, dans les descendants d'animaux ayant émigré depuis de nombreuses générations.

C'est là un point de vue que je recommanderai tout particulièrement à l'attention des spécialistes qui s'occupent d'un groupe quelconque des animaux de la région profonde.

§ 6. Animaux de la faune profonde originaires de la faune des eaux souterraines.

Nous avons dit que deux espèces au moins semblent avoir une origine autre que celle de la grande majorité de la faune profonde, et provenir, non pas d'espèces du littoral, mais d'espèces de la faune des eaux souterraines. Ce sont les Niphargus et Asellus aveugles de la région profonde du Léman et de plusieurs autres lacs Subalpins. Etudions de plus près cette question, qui présente un grand intérêt zoologique.

Le Niphargus du Léman se rencontre en grande abondance dans tous nos draguages, dès la profondeur de 30 à 40 m. environ; je ne l'ai jamais trouvé, ni dans la région lit-

torale, ni sur les talus supérieurs du mont. Mais vers 40 et 60 m. de fond, devant Morges, il est si fréquent que c'est par dixaines d'exemplaires que je le recueille dans un seul draguage. Je l'ai pêché jusqu'à 300 m. de profondeur.

Cet animal a été étudié avec beaucoup d'attention par M. Aloïs Humbert de Genève, qui en a donné une description minutieuse (*Mat. XXXIX*). Après avoir refait l'histoire des différents Gammarides aveugles signalés par les auteurs, il détermine exactement les caractères du genre Niphargus, qui est, suivant lui, bien distinct du genre Gammarus. Puis il sépare le Niphargus du Léman des autres espèces, le N. aquilex de Schiödte, N. fontanus, Sp. Bate, N. Kochianus, Sp. Bate, N. stygius, Schiödte, N. puteanus, Plateau; il le range dans le Gammarus puteanus, de Koch, et en fait une variété spéciale, sous le nom de Niphargus puteanus, Koch, var. Forelii, Al. H.

D'après cette excellente étude, aux détails de laquelle je renvoie le lecteur, la parenté morphologique de notre Crustacé aveugle du Léman n'est pas avec les Gammarus et spécialement avec le G. pulex, qui se trouve en abondance dans le littoral du lac, mais avec les Niphargus, qui habitent les eaux souterraines et spécialement avec le N. puteanus de Koch.

Les Niphargus ont été trouvés dans la région profonde des lacs de Neuchâtel (Forel, Ph. de Rougemont), des IV-Cantons, de Walenstadt, de Zurich et de Côme (Asper), de Starnberg (Spangenberg) (IV), de Zirknitz, en Carinthie, dans les cavités où l'eau reste en permanence (G. Joseph) (LXXXIV). L'identité ou la presque identité de l'espèce dans ces diverses localités a été reconnue par les observateurs qui ont étudié les animaux.

Outre ces trouvailles dans les lacs proprement dits, la variété Forelii de Humbert a été constatée par G. Joseph dans le lac souterrain de la caverne de Mrzla jama, dans le Kreuzberg, près de Laas, en Carinthie (LXXXIV).

Quant aux Niphargus des puits ils ont été trouvés entr'autres: En Suisse à Onex, près Genève (A. Humbert), Neuchâtel (Phil. Godet, Ph. de Rougemont), en Savoie à Annecy (F. A. Forel), en France à Paris (Paul Gervais), en Allemagne à Elberfeld (Caspary), Regensburg (Koch), Munich (Rougemont), Würzburg, Göttingen (S. Fries), Zweibrücken (Koch), en Belgique à Gand, Namur (G. Plateau), en Angleterre (Sp. Bate) Maidenhead (Westwood), Helgoland (S. Fries), Sylt (G. Joseph), en Italie à Mestri, Venise (G. Joseph) (LXXXV), etc.

Dans les cavernes ils ont été signalés en Carinthie (Schiödte, Joseph), Falkensteinhöhle en Souabe (Wiedersheim, Fries), Hilgershausen, Hesse (Fries), etc.

Dans la mer enfin des espèces de ce genre ont été décrites dans la mer de Suède dévant le Bohuslän, Eriopsis elongata, Bruzelius, dans la mer Noire (Niphargus ponticus, Czerniavsky), etc. D'après cela, les Gammarides aveugles peuvent être considérés comme largement répandus dans toutes les eaux obscures de l'Europe, soit dans le fond des lacs et de la mer, soit dans les puits et les cavernes, et, si leur origine est commune, il n'y aura pas de peine à trouver les ascendants des Niphargus de la faune profonde de nos lacs.

L'Asellus aveugle du Léman a fait le sujet d'une étude spéciale *(Mat. L)* par le Dr. H. Blanc de Lausanne, qui l'a décrit comme étant une espèce distincte sous le nom d'Asellus Forelii, H. Blanc. Cet Isopode semble manquer absolument dans les eaux littorales du Léman; il n'existe pas encore, ou il existe à peine, dans la zône supérieure de la région profonde; il commence à apparaître très accidentellement à 40 m. de fond, il est encore rare à 60 m., il est plus fréquent à 100 m., et, à en juger par les captures sur les filets à fera des pêcheurs d'Ouchy, il se trouve en abondance dans les grands fonds de 200 ou de 300 m.(1)

Il a été depuis lors retrouvé par Asper (XXXII) dans le lac des IV-Cantons, où il est extrêmement abondant, ainsi que je l'ai vérifié à Stanzstad; par moi-même dans le lac d'Annecy et par Imhof dans le lac du Bourget (LI).

D'après la description de Blanc, cette espèce est voisine de l'Asellus aquaticus de Sars, et de l'Asellus cavaticus de Schiödte.

Si, avec notre auteur, nous comparons les trois espèces, nous voyons que l'Asellus aquaticus diffère notablement des deux espèces des eaux obscures, cavernes, puits, et région profonde des lacs; que ces dernières ne sont pas pigmentées, et ont absolument perdu l'organe de la vue; qu'en revanche les appareils olfactifs sont chez elles fort développés; que de plus il y a, chez les Asellus des eaux obscures, réduction importante de la taille, diminution de la longueur relative des antennes, et simplification de ces organes, par la diminution du nombre de leurs articles.

Mais ces différences caractéristiques, qui séparent les Asellus des eaux obscures de celui des eaux éclairées, sont très notablement exagérées dans l'Asellus du fond des lacs, qui présente ces réductions à un degré bien plus avancé que l'Asellus des cavernes. C'est ce que la comparaison de trois séries de chiffres montrera fort bien.

	A. aquaticus.	A. cavaticus.	A. Forelii.
Taille, longueur de l'animal . . .	15 m/m.	8 m/m.	5 m/m.
Nombre des articles de la tigelle			
de l'antenne supérieure . . .	12 à 15	8 à 10	4 à 5
de l'antenne inférieure . . .	54 à 70	25 à 55	13 à 26

Je renvoie pour les autres détails à l'étude de Blanc, mais les chiffres que je donne montrent suffisamment que la tendance à la réduction et à la simplification, déjà fort évidente dans l'Asellus cavaticus, est fort notablement augmentée dans l'Asellus du fond des lacs. Il résulte aussi de cette comparaison que l'Asellus Forelii a une parenté morphologique plus rapprochée de l'As. cavaticus des cavernes et des puits, que de l'As. aquaticus des eaux éclairées.

(1) Je l'ai pêché en grande abondance sur la barre d'Yvoire, par 55 m. de fond, le 12 juillet 1885.

L'Asellus aquaticus est une espèce répandue dans toutes les eaux superficielles du centre de l'Europe. Je ne l'ai cependant jamais trouvé dans la région littorale du Léman. Du Plessis, qui a étudié avec grande attention la faune aquatique de notre pays, ne l'a non plus jamais rencontré, ni dans les ruisseaux, ni dans les étangs, ni dans les marais. Mais cette absence est peut-être un fait temporaire, car le doyen Bridel (LXXXVI) cite cette espèce dans sa faune du lac Léman sous le nom de Cloporte aquatique, Oniscus aquaticus, mais sans indication de localité.

Quant à l'Asellus cavaticus il a été trouvé dans les puits d'Elberfeld et de Bonn (Leydig), Munich (Rougemont), Hammeln, Hanovre (Fries), Zurich (Asper), dans les cavernes de Falkenstein (Quenstedt), Hilgershausen (Fries), de la Carinthie (Joseph), etc.

Voici donc deux espèces de Crustacés, un Amphipode et un Isopode, aveugles l'un et l'autre, qui se rencontrent dans la profondeur des lacs, et dont l'habitus général diffère de celui de toutes les autres espèces de la région profonde, et rappelle au contraire celui des habitants des cavernes. Ils ont une parenté morphologique éloignée avec des espèces des eaux littorales ou terrestres; ils ont au contraire une ressemblance beaucoup plus intime avec des espèces des eaux souterraines ou obscures, vivant dans les puits ou les cavernes du centre de l'Europe. Quelle est l'origine probable de ces deux espèces?

On peut à cette question répondre par deux hypothèses.

1re hypothèse. Ou bien les espèces aveugles des lacs descendent directement des espèces analogues de la région littorale. Elles ont trouvé dans la région profonde un milieu obscur, et, soumises aux mêmes influences que les animaux des cavernes, elles se sont modifiées dans le même sens que ceux-ci; mais les conditions étant cependant différentes, la transformation a fini par donner un résultat assez différent. Aussi tout en rapprochant les formes des grands fonds des lacs de ceux des cavernes, nous devons en faire deux variétés ou deux espèces distinctes.

2e hypothèse. Ou bien les espèces aveugles des lacs descendent des espèces analogues des eaux souterraines; déjà modifiées par l'habitat dans un milieu obscur, elles n'ont plus eu à subir, dans la profondeur des lacs, que les modifications générales provoquées par ce milieu pauvre et sans mouvement.

Nous avons à choisir entre ces deux hypothèses.

Mais tout d'abord nous devons rechercher si, de même que le transport des animaux dès la région littorale dans la région profonde d'un lac est possible, il y a aussi possibilité de l'entrée, dans la région profonde des lacs, d'animaux vivant normalement dans les eaux souterraines des puits et des cavernes. A première vue, cette migration semble peu probable.

Il est vrai que nous connaissons l'existence de sources qui, partant de la terre ferme, viennent s'ouvrir dans le lac à différentes profondeurs. Mais rien ne nous dit que les eaux de ces sources soient habitées par des animaux.

Il est cependant des considérations qui nous prouvent que ces eaux sont réellement habitées. C'est en particulier l'étendue considérable de l'aire de dissémination des espèces

cavicoles. Quand on voit, par exemple, les Niphargus exister dans les eaux souterraines, non seulement de toutes les cavernes, mais encore d'un grand nombre de puits creusés par la main des hommes, en Suisse, en Savoie, en France, en Belgique, en Allemagne, en Italie; quand on voit l'Asellus aveugle, moins répandu il est vrai, être trouvé de plus en plus à mesure qu'on le cherche dans les mêmes conditions, on en vient à soupçonner une circulation plus ou moins active des animaux dans les couches souterraines du sol. (1) On se demande, et on arrive bientôt à croire à la possibilité du fait, si, d'une manière générale, le sol d'un continent n'est pas perforé de canaux communiquant normalement ou accidentellement entr'eux, et permettant le passage d'animaux habitant ces cavités obscures.

Les analogies ne manquent pas à cette interprétation des faits. On sait que la Carinthie est toute entière creusée par un réseau de canaux souterrains, en plus ou moins libre communication entr'eux; on sait que le Jura est de même perforé par tout un système de baumes et de grottes, où les eaux circulent dans certaines saisons, et qui peuvent avoir des relations directes ou indirectes les unes avec les autres; on connaît les sources vauclusiennes du midi de la France, qui impliquent l'existence de canalisations souterraines de grande extension; on sait d'autre part que, au-dessous et à côté du lit apparent des fleuves et des lacs, il y a dans le sol une nappe d'eaux souterraines (Grundwasser), immobiles ou en circulation, dont le niveau s'élève ou s'abaisse avec celui des eaux visibles; on sait encore que le sous-sol d'une partie du Sahara est rempli par une nappe d'eaux souterraines, où vit une faune abondante et variée, qui ne vient au jour que lorsque quelque sondage artésien a amené les eaux à la surface. (2)

Je citerai encore un fait intéressant démontrant l'existence d'une faune spéciale et abondante, vivant dans la nappe des eaux souterraines. Dans un puits creusé il y a 17 ans environ dans la Nouvelle-Zélande (LXXXVII) Ch. Chilton a découvert trois espèces d'Amphipodes, appartenant aux genres Crangonix, Calliope et Gammarus, et un Isopode d'un genre nouveau, Cruregens fontanus. Ces quatre Crustacés, étant absolument aveugles, ils appartiennent certainement à la faune des régions obscures; d'une autre part l'époque récente du creusement du puits, où on les trouva, exclut absolument la possibilité de la production locale de ces formes nouvelles, dues à l'adaptation au milieu obscur. Il est évident que ces Crustacés aveugles, trouvés dans le puits, viennent de la nappe des eaux souterraines.

D'une caverne à l'autre et surtout d'un puits à l'autre, il n'y a pas d'autre communication possible que par cette voie des eaux circulant dans le sous-sol; on ne peut in-

(1) En effet, toutes les hypothèses imaginables pour expliquer le transport indirect ou par migration passive de ces animaux, d'un puits à l'autre, échouent devant des impossibilités évidentes.

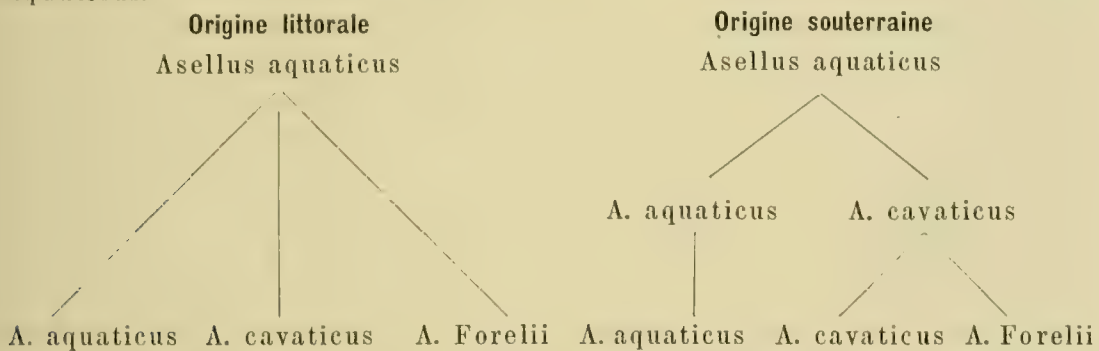
(2) Il est vrai que dans ce dernier cas les animaux trouvés dans les eaux souterraines n'appartiennent pas à la faune cavicole; ils sont identiques à ceux des eaux superficielles et ce n'est qu'accidentellement qu'ils sont entraînés dans le sous-sol (CXXXV). Mais ce fait n'en prouve pas moins la possibilité de la vie animale dans les eaux souterraines, et les communications faciles dans les canaux qui creusent les couches terrestres.

voquer, pour l'introduction d'un Niphargus ou d'un Asellus, aucun fait de migration passive ; ni les oiseaux, ni les poissons, ni l'homme ne sauraient être les auteurs de ce transport. (1) La distribution étendue de ces animaux, dans des localités fort diverses et fort distantes les unes des autres, montre la grande activité de cette circulation souterraine des animaux cavicoles. Or s'ils passent d'un puits à l'autre par cette voie des eaux souterraines, pourquoi ne pourraient-ils pas introduire dans les lacs? Si les puits d'Onex, de Neuchâtel et d'Annecy ont pu recevoir les Niphargus trouvés par Humbert, Godet, Rougemont et moi-même, pourquoi le fond de nos lacs n'aurait-il pu en recevoir introduits par la même voie? Si le Niphargus peut se disséminer ainsi, pourquoi l'Asellus n'en aurait-il pas fait de même?

Ainsi donc la possibilité d'un peuplement du fond de nos lacs, par le fait de l'introduction de certaines espèces de la faune des eaux souterraines, peut être considérée comme admissible.

Les deux hypothèses entre lesquelles nous avons à choisir étant donc l'une et l'autre dans la limite des choses possibles, elles méritent d'être étudiées attentivement.

Voici d'abord comment elles se traduiraient sous forme d'arbres généalogiques ; je choisis comme exemple les Asellus. Dans les deux cas la souche commune est l'Asellus aquaticus.



Dans l'hypothèse qui fait venir l'espèce profonde d'une espèce littorale émigrée, il y a filiation directe entr'elles deux ; on peut dire que l'espèce profonde est sœur de l'espèce littorale actuelle, laquelle représente probablement aussi l'ancêtre commun.

Dans l'hypothèse qui fait venir l'espèce profonde de l'espèce des eaux souterraines, il y a encore parenté avec l'espèce littorale, ou forme des eaux éclairées, laquelle repré-

(1) G. Joseph a essayé d'expliquer l'introduction du Niphargus puteanus dans les puits de Venise, par l'alimentation artificielle de ces puits, au moyen d'eau apportée du continent par des barques (LXXXV). Mais cette opinion ne me semble pas justifiée, car les barques qui vont chercher de l'eau ne la puisent pas dans des puits; elles se bornent à la prendre directement dans le courant de la Brenta; s'il n'y a pas impossibilité absolue à ce qu'un Niphargus des puits du continent se soit égaré dans les eaux de la Brenta, et ait été recueilli dans les barques à eau des Vénitiens, cela n'est cependant que peu probable.

sente aussi l'ancêtre commun, mais cette parenté n'est plus directe ; il y a interposition d'une forme intermédiaire; entre la forme profonde et la forme littorale, il n'y a plus que les relations de cousins.

Quels sont les arguments qui plaident en faveur de l'une et de l'autre hypothèse ?

1° L'origine littorale a pour elle l'analogie avec les autres espèces profondes des lacs. Tout l'ensemble de la faune profonde descend de la faune littorale du même lac, cela n'est pas douteux. Pourquoi ces deux espèces en question feraient-elles exception à la règle générale ?

2° L'origine littorale a pour elle l'analogie des variations subies par les autres espèces littorales, qui se sont transformées en espèces profondes. Nous avons vu que, en descendant dans la région profonde, les animaux littoraux deviennent plus petits, plus pâles, plus faibles et tendent à devenir aveugles. Les deux Crustacés qui nous occupent sont très pâles, très faibles, très petits et totalement aveugles. Il est vrai en revanche que ces variations ne sont, dans aucune autre espèce, aussi profondes que celles que nous constatons chez nos deux Crustacés aveugles ; dans aucun autre animal de la région profonde nous ne voyons cette disparition complète du pigment et cette cécité absolue et sans exception. La cécité absolue, la couleur blanche, les rapprochent évidemment des animaux cavicoles.

3° Les analogies avec la faune profonde marine ne sont pas décisives. Dans la région profonde de l'océan on trouve des animaux, et en particulier des Crustacés aveugles, qui se sont certainement différenciés dans cette région elle-même. D'un autre côté ces animaux de la faune profonde marine sont en général bien pigmentés ; ils ne présentent pas cette coloration blanc-mat des animaux cavicoles, si frappante chez nos Niphargus et Asellus du fond des lacs.

4° La distribution géographique des espèces nous est de peu de secours. Le Gammarus pulex, l'espèce des eaux éclairées, la plus voisine du Niphargus aveugle du lac, est très abondant; il ne manque nulle part dans la région littorale des lacs ; quelques fois il descend dans la région profonde (lacs de Zurich, Léman, Annecy). Le Niphargus des cavernes est plus rare, mais partout où on le cherche, on le trouve ; dans notre région nous le connaissons à Annecy, à Onex près Genève, à Neuchâtel. La fréquence des deux espèces qui peuvent servir d'origine au Niphargus de la faune profonde est presque égale.

L'Asellus aquaticus est plus rare. Je n'en connais pas de station dans le bassin du Léman ; ajoutons le mot : actuellement, car j'ai cité un passage du doyen Bridel qui semble l'avoir connu au commencement du siècle. L'Asellus cavaticus est encore plus rare ; je n'en connais qu'une seule station en Suisse, dans le puits de l'Université de Zurich (Asper). Il y a, pour l'origine de l'Asellus aveugle du lac, la même difficulté provenant de la rareté des deux espèces.

5° Si nous entrons dans des détails plus circonstanciés de distribution géographique nous verrons que, d'une part, j'ai trouvé en abondance le Niphargus puteanus dans un

puits d'Annecy, et que je n'ai pas su le découvrir dans le lac qui est à côté (1); que d'une autre part pendant que l'Asellus aveugle fait défaut au lac de Zurich, Asper l'a découvert dans les fontaines de l'Université de Zurich. Ces faits parleraient plutôt contre l'hypothèse de l'origine cavicole de nos deux espèces.

6° Quant aux conséquences théoriques résultant de l'adoption de l'une ou de l'autre hypothèse, elles sont fort importantes, et nous amènent à des déductions très différentes. Nous les reprendrons, quand je me serai décidé pour l'une ou pour l'autre.

7° Reste pour nous aider l'étude anatomique des deux espèces. Nous amènera-t-elle à un résultat? J'espère que oui. Tout d'abord j'ai à rappeler les ressemblances très intimes constatées par Humbert et Blanc entre les Niphargus et Asellus de la région profonde du Léman, et le Niphargus puteanus, et l'Asellus cavaticus des puits, cavernes et eaux souterraines. Cette ressemblance est telle que Humbert en fait deux variétés de la même espèce de Niphargus, et que Blanc, tout en en faisant deux espèces distinctes d'Asellus, indique leur parenté comme étant probablement rapprochée.

Cependant ces ressemblances, tout en indiquant des probabilités, n'offraient pas encore d'argument décisif. Pour chercher cette démonstration si nécessaire, j'ai récolté l'année dernière tout le matériel que j'ai su atteindre.

Pour l'Asellus Forelii je l'ai pêché dans le Léman, le lac des IV-Cantons et le lac d'Annecy. J'ai constaté que ces Asellus, assez semblables, différaient cependant assez, pour que je puisse en faire trois variétés :

Var. Lemani. Voir la description du Dr. Blanc.

Var. Unterwaldensis (pêchée devant Stanzstad au lac des IV-Cantons par 60 m. de fond) mêmes caractères de forme et de taille que la variété du Léman. Taches blanches argentées du dernier segment du corps.

Var. Anneciensis, taille plus grande, couleur plus foncée que la variété du Léman (pêchée dans le lac d'Annecy par 50 m. de fond).

Voici le nombre des articles du fouet des antennes.

	Antennes supérieures	Antennes inférieures
Asellus aquaticus	12—15	54—70
A. cavaticus	6—12	25—55
A. Forelii, var. Lemani	5	13—26
A. » var. Unterwaldensis	4—7	8—21
A. » var. Anneciensis	3—7	11—29

Au point de vue de la taille et de la couleur, la variété du lac d'Annecy est moins réduite et moins pâlie que les variétés des lacs Léman et des IV-Cantons. Elle rappellerait plus

(1) Imhof n'a pas été plus heureux que moi.

l'A. aquaticus, que les dernières formes. Mais est-ce le fait d'une transformation moins complète de l'Asellus aquaticus, arrivé depuis moins longtemps dans la région obscure; ou bien est-ce le fait d'un retour au type de l'Asellus cavaticus, qui sortant de ses cavernes et puits obscurs, est entré dans le lac d'Annecy, lequel est peu profond et à demi éclairé (1)? Ces deux interprétations peuvent également être soutenues; il n'y a donc pas là d'argument qui nous permette de choisir entre les deux hypothèses en discussion.

Heureusement que j'ai trouvé dans l'étude des Gammarides des éléments de démonstration plus décisifs.

Les formes animales que nous avons en présence sont:

Le Gammarus pulex de la région littorale des lacs.

Le Niphargus puteanus type, des cavernes et des puits.

Le Niphargus puteanus var. Forelii (Al. Humbert) de la région profonde du Léman et des autres lacs.

Pour simplifier je désignerai dans la discussion qui va suivre, cette dernière forme sous le nom de Niphargus Forelii.

Les caractères qui séparent les Niphargus, soit le Niphargus puteanus, soit le N. Forelii, des Gammarus des eaux éclairées, sont nombreux et importants. Ce sont entr'autres chez les Niphargus:

a) Absence de l'organe visuel.

b) Exagération des organes du tact et de l'olfaction.

c) Affaiblissement de la pigmentation.

d) Réduction de la taille.

e) Modification dans les pattes préhensiles; la pince des deux premières paires de pattes est notablement élargie, par le fait de la diminution de longueur de l'avant-dernier article. Cet article est, chez les Niphargus, aussi large que long, tandis qu'il est deux fois plus long que large chez le Gammarus pulex.

f) Modification dans les pattes sauteuses. La dernière paire des pattes sauteuses est, chez les Niphargus, beaucoup plus longue et dégagée que chez le Gammarus.

Ces modifications caractéristiques portent ainsi sur des systèmes fort différents (2); elles atteignent les systèmes de la vie de nutrition (taille et pigmentation), les organes des sens (vue, odorat, tact), les organes locomoteurs, soit les pinces préhensiles des deux premières pattes, soit la forme même des grandes pattes sauteuses.

Or toutes ces modifications caractéristiques se retrouvent ensemble chez tous les Niphargus du fond des lacs. J'ai pu comparer attentivement les Niphargus Forelii, dragués par moi dans les lacs Léman, IV-Cantons, Zurich, Neuchâtel, et un exemplaire pro-

(1) Il a seulement 62 m. au maximum de sa profondeur.

(2) Je laisse de côté certaines autres différences génériques signalées par Humbert, comme celle du telson et autres, qui sont d'une étude plus difficile, vu la position des organes.

venant du lac de Côme, mis fort obligeamment à ma disposition par le Dr. Asper; j'ai pu les comparer avec les Niphargus puteanus récoltés dans le puits de l'hôtel d'Angleterre à Annecy; j'ai constaté ainsi que à côté des faibles variations locales, il leur reste toujours en commun les six grands caractères typiques fondamentaux essentiels que je viens d'énumérer.

Or ces caractères portent sur des systèmes physiologiques d'ordres forts différents, tellement différents qu'il est bien difficile d'admettre une corrélation nécessaire entr'elles.

On sait le grand principe que Cuvier a introduit dans l'anatomie comparée, la concordance des caractères; on sait que dans les modifications subies par l'organisme, des relations intimes unissent les divers organes et systèmes de l'économie; quand l'un varie, l'autre varie aussi. Quelquefois les relations sont évidentes et faciles à interpréter; d'autrefois elles sont tellement éloignées qu'elles sont inexplicables. Avons-nous affaire ici à des phénomènes analogues de concordance des caractères? les divers organes que nous voyons varier chez nos Gammarides sont-ils sous la dépendance les uns des autres?

On pourrait comprendre, dans le cas qui nous occupe, quelques-unes de ces concordances. Des Gammarides quittent les eaux éclairées pour descendre dans les eaux obscures des cavités souterraines ou du fond des lacs; leurs organes de la vision disparaissent, les organes de l'odorat et du tact, qui les guident seuls, se perfectionnent; leur pigmentation s'affaiblit. Ils quittent des eaux riches en nourriture et agitées par des mouvements divers, pour s'établir dans des eaux calmes et peu riches en matières nutritives; leur taille diminue. — Mais je ne saurais expliquer comment les conditions de milieu, si différentes à tant de points de vue, qu'ils trouvent dans les eaux souterraines d'une part, dans le fond des lacs d'autre part, pourraient agir de la même manière pour modifier dans la même direction, l'avant-dernier article des pattes préhensiles de la première et de la deuxième paire, et les pattes sauteuses de la dernière paire. Je ne trouve aucun lien physiologique entre ces organes et ceux qui sont atteints par l'action du milieu, tel que nous le connaissons; je ne trouve aucune raison qui fasse agir de la même manière ces deux milieux obscurs, si différents à tant de points de vue, à la fois sur l'appareil de combat des pinces préhensiles, et sur l'appareil locomoteur des pattes sauteuses.

Cette identité dans les caractères des Niphargus puteanus et Forelii, et cette différence constante avec les caractères des Gammarus des eaux superficielles, me semblent permettre de juger de l'origine de l'espèce lacustre. Je ne saurais aucunement me représenter un Gammarus pulex descendant au fond du lac et y modifiant ses pattes à la manière du Niphargus puteanus des cavernes, pour devenir un Niphargus Forelii; je comprends beaucoup plus facilement au contraire un Niphargus puteanus, sortant de ses eaux souterraines, pénétrant dans le lac, en y gardant tous les caractères de Niphargus, en modifiant peut-être les détails accessoires du nombre et de la longueur de ses poils, épines, et soies.

Je conclus de là que le Niphargus Forelii descend directement du Niphargus puteanus des eaux souterraines, et non du Gammarus des eaux éclairées.

Un deuxième argument qui arrive à la même conclusion c'est l'absence d'intermédiaires entre le Gammarus pulex et le Niphargus Forelii dans le lac Léman. Jamais, ni A. Humbert, ni moi-même, nous n'avons trouvé un Niphargus qui ne fût pas absolument et complétement un Niphargus, ou qui nous offrit un type transitoire intermédiaire, à moitié modifié.

D'une autre part les quelques Gammarus pulex que j'ai pêchés dans les grands fonds étaient des Gammarus et non des Niphargus. Il n'y a pas d'intermédiaires entre les deux espèces dans le lac Léman. Or étant connus, et le grand nombre de nos Gammarides, et les relations intimes et fréquentes entre la faune littorale et la faune profonde, s'il y avait des rapports de filiation directe entre les deux types, nous trouverions certainement des intermédiaires entre les formes extrêmes (1).

Mais ces intermédiaires existent dans le lac de Zurich. Asper les y a découverts, et il les tient pour des formes de passage entre le Gammarus pulex et le Niphargus puteanus. J'ai étudié moi-même ces Gammarides, que j'ai été pêcher à Horgen et à Wädensweil, par 40 à 80 m. de fond, c'est-à-dire dans la région profonde très bien caractérisée. Avec mon ami Asper je constate que les Gammarus qui viennent de ces grands fonds sont plus pâles et plus transparents que ceux de la rive ; j'admettrai avec lui que leurs yeux sont peut-être moins brillants et complets que ceux de l'espèce littorale. Mais ce que je prétends, c'est qu'ils ne sont pas des Niphargus avec des yeux, des Niphargus incomplètement modifiés. Le cinquième article de leurs deux premières pattes préhensives, et leur troisième patte sauteuse ne sont pas modifiés ; ils ont le type Gammarus et non le type Niphargus. Ainsi donc dans le lac de Zurich, le milieu de la région profonde agissant sur le Gammarus pulex l'a modifié, comme nous l'avons vu modifier les autres espèces profondes, mais il ne l'a pas transformé de Gammarus en Niphargus. Les Gammarus oculés du fond du lac de Zurich forment une variété profonde du Gammarus pulex, et ils ne sont point des intermédiaires qui conduiraient au Niphargus Forelii, leur commensal de Wädensweil.

Enfin il est un dernier argument qui décide en faveur de l'origine cavicole du Niphargus des lacs, c'est la ressemblance très intime entre les Niphargus des différents lacs. Ils diffèrent entr'eux comme les Asellus que nous avons décrits : on pourra probablement en décrire une variété pour chacun des lacs où ils sont représentés. Mais une fois reconnues ces petites différences, qui portent surtout sur le nombre et la grandeur des poils, il est impossible de nier l'identité générale des formes ; ces animaux présentent en effet la plus grande ressemblance, spécialement dans les caractères typiques que nous avons indiqués :

---

(1) J'interprète comme étant probablement des faits de retour au type le cas de deux jeunes Asellus Forelii du lac Léman, chez lesquels Blanc a constaté la présence de points oculaires. Ce fait, assez embarrassant je l'avoue, ne s'est pas renouvelé dans les individus assez nombreux qui nous ont passé entre les mains, depuis que Blanc a terminé sa notice.

absence de l'organe de la vue, pâleur ou absence de la pigmentation, forme spéciale des pattes (première et deuxième paires préhensiles et troisième paire sauteuse). Or en nous rapportant aux conditions générales de la faune profonde nous savons que le fond de chacun des lacs est un centre de différenciation isolé et distinct, sans relations directes avec la région analogue des autres lacs. Si nous voulons supposer que les Niphargus des lacs descendent par filiation immédiate des Gammarus littoraux, nous sommes forcés de voir, pour eux, dans chacun des lacs un centre de différenciation spécial. Comment admettre que des différenciations séparées et distinctes arrivent à un résultat aussi semblable, et cela non-seulement sur les systèmes influencés directement par le milieu (organes des sens, pigmentation, taille), mais encore sur des organes sans relation immédiate avec eux, comme les organes de préhension et de locomotion? Nous serions obligés, pour rendre compte de ces faits, de faire intervenir une concordance de caractères mystérieuse, inexplicable, et en dehors de tous les analogues connus.

Il est plus simple, il est plus conforme aux faits, d'admettre que le Niphargus Forelii du fond de nos lacs, avec ses différentes variétés, descend du Niphargus puteanus des eaux souterraines. Telle est la conclusion à laquelle je me rangerai.

Si je l'admets pour les Niphargus, je crois sage d'étendre cette conclusion aux Asellus, et de chercher l'origine de l'Asellus Forelii du fond des lacs dans l'Asellus cavaticus des eaux souterraines.

Il y aurait peut-être lieu d'aller plus loin et de chercher, dans l'espèce analogue des eaux souterraines, l'origine de la Planaire pâle et aveugle que nous trouvons parfois dans la région profonde du Léman. Les faits sur lesquels je me baserais pour cette espèce, sont trop peu nombreux pour que je veuille insister.

Telles sont les raisons qui me décident à abandonner l'opinion que j'ai jusqu'à présent soutenue sur l'origine de nos Crustacés aveugles; dans tous les mémoires publiés par moi sur la faune profonde des lacs (LXXVII, LXXVIII, LXXIX, LXXX, LXXXI, LXXXII), je les ai joints aux autres habitants de la région profonde du lac, et je les ai supposés, comme les autres, descendus de la forme littorale parallèle, le Gammarus pulex, et l'Asellus aquaticus. Mais après de longues hésitations, je me rends à l'évidence et je me range à l'opinion déjà mise en avant par Ph. de Rougemont et adoptée par Al. Humbert, de l'origine cavicole des deux espèces en question.

Cela complique un peu les choses; au lieu de la notion très simple qui faisait la faune profonde descendue directement et uniquement de la faune littorale, je suis obligé de lui accorder une double origine, et de la faire venir:

1° De la faune littorale (la grande majorité des espèces),

2° De la faune des eaux souterraines (deux ou trois espèces).

Tel est le point de vue auquel je me range actuellement.

— Si cependant cette hypothèse n'était pas regardée comme valable, et si l'on en revenait à mon ancienne supposition, quelles seraient les conséquences théoriques de ce retour à

l'idée de l'origine littorale des Niphargus et Asellus aveugles des lacs? Ces conséquences seraient assez graves:

1° Nous augmenterions la puissance de l'action modificatrice du milieu. Le transport dans la région profonde des lacs, dans les limites de temps qui nous séparent de l'époque glaciaire, aurait suffi pour faire perdre totalement l'appareil de la vue à des animaux d'un type assez élevé. La perte est assez complète pour que, non seulement on ne voie plus l'œil, mais l'on ne retrouve plus traces du nerf optique.

2° La similitude presque absolue des modifications, qui portent chez les Niphargus, non seulement sur les appareils des sens ou de la vie de nutrition, mais encore sur la forme des pattes préhensiles et sauteuses, modifications qui sont identiques dans les variétés des puits et des différents lacs, impliquerait une corrélation de caractères telle que, dans des centres de différenciation absolument séparés, le résultat des modifications serait identique.

Ces conclusions découlent nécessairement de l'hypothèse que je crois inexacte.

— Quant à l'hypothèse que je défends aujourd'hui de l'origine cavicole de ces espèces, elle implique des relations entre le fond des lacs et les eaux souterraines, autrement dit l'ouverture de sources sous-lacustres dans la profondeur des lacs. Il n'y a aucune raison qui nous force à nier cette entrée, il y en a beaucoup qui nous engagent à l'affirmer.

Développons un peu cet ordre d'idées, et voyons où cela nous conduira.

L'existence dans tous les puits du continent de deux espèces de Crustacés, Niphargus puteanus et Asellus cavaticus nous fait croire à des communications directes entre ces puits; il doit exister une nappe d'eaux souterraines, habitée au moins par ces deux espèces, qui, privées de toute relation avec les eaux éclairées, y sont devenues aveugles. La nappe souterraine n'est pas nécessairement en communication continue dans ses différents districts; mais il y a eu communication temporaire, directe ou indirecte, entre tous les puits où ont pénétré nos deux Crustacés aveugles.

L'existence dans le fond des lacs de variétés, dérivées des espèces de la faune souterraine, nous démontre aussi des communications entre la région profonde des lacs et la nappe des eaux souterraines. Que ces communications soient temporaires ou continues, cela importe peu.

Mais ne devons-nous pas aller plus loin, et, de ces prémisses, conclure à des communications entre la région profonde des divers lacs? Ne devons-nous pas raisonner ainsi? Le fond du Léman est en relations avec la nappe des eaux souterraines puisqu'il en a reçu le Niphargus aveugle; de même le lac de Neuchâtel. Donc le lac de Neuchâtel est, par la nappe des eaux souterraines, en communication indirecte avec le lac Léman. Donc l'isolement des régions profondes des lacs, que nous avons admis comme indiscutable, dans nos études faunistiques, repose sur une erreur.

Devons-nous revenir en arrière et admettre des relations entre les faunes profondes des divers lacs? Je ne le crois pas.

De ce que les animaux des eaux souterraines ont pu passer dans le fond des lacs, il ne s'en suit pas que l'inverse soit possible. En effet les lacs sont toujours situés au point le plus bas des vallées; les eaux tendent de toutes parts à y affluer; donc, les sources sous-lacustres qui y aboutissent ne peuvent jamais se changer en émissaires; le courant y est toujours dirigé de la nappe souterraine vers le lac. Par conséquent les espèces animales ne sauraient être entraînées par les ouvertures de ces sources dans les canaux de la nappe souterraine.

Ce ne saurait donc être que les espèces animales disposées à lutter contre le courant, qui pourraient tenter de pénétrer dans ces canaux, à supposer que des individus de ces espèces se trouvent à portée de s'y engager. Ce ne sera le cas d'aucune espèce lacustre, qui, toutes sont des espèces d'eaux dormantes; ce ne seront que les espèces de la faune des eaux souterraines qui pourraient y trouver plaisir.

Nous n'avons donc, pour ces relations éventuelles entre la région profonde des divers lacs, à nous occuper ici que des espèces qui sont communes aux deux faunes, à la faune profonde lacustre et à la faune des eaux souterraines. Or ces espèces ne sont pas nombreuses. Ce sont Niphargus puteanus, Asellus cavaticus (A. Forelii), dont nous venons de parler longuement, puis Planaria cavatica S. Fries, à laquelle on peut penser à assimiler les individus aveugles, que nous avons pêchés dans le Léman, des Dendrocoelum lacteum et D. fuscum.

Pour toutes les autres espèces de la faune profonde des lacs je maintiens, jusqu'à preuve du contraire, l'isolement absolu de leur habitat; je prétends que, pour ces animaux, la région profonde des divers lacs n'a aucune communication et que la différenciation des formes s'y opère sans mélanges et sans relations.

§ VII. Espèces ou variétés?

Nous avons parlé souvent d'espèces ou de variétés; je crois urgent de donner quelques explications sur la question des catégories à employer dans la classification et la description des animaux de la faune profonde.

Il y a trente ans, avant la révolution que Darwin a amenée dans la compréhension du monde organique, il aurait été nécessaire de préciser avec grand soin le degré exact que les formes nouvelles doivent occuper dans la hiérarchie de la classification; alors que l'on attribuait à l'espèce la valeur d'une entité zoologique, il aurait été indispensable de déterminer si ces types distincts méritaient le titre d'espèces, de races, de variétés.

Aujourd'hui nos idées se sont modifiées; nous admettons entre les formes organiques une parenté généalogique; les expressions de genre, espèce, variété n'ont plus pour nous que la signification de degrés plus ou moins rapprochés dans la différenciation morphologique, entre des êtres descendant des mêmes parents. Il en résulte que la précision absolue dans l'emploi des qualificatifs hiérarchiques de la classification est beaucoup moins

indispensable. Chaque naturaliste, selon la tournure propre de son esprit, est disposé à augmenter ou à réduire le nombre des coupes spécifiques, à multiplier le nombre des espèces, ou à ramener à un petit nombre d'espèces les variétés nombreuses qu'il constate. Dans l'énumération zoologique des animaux de la région profonde, je me suis laissé guider en cela par les travaux de mes divers collaborateurs, et je n'ai pas essayé de réduire à un type uniforme la valeur hiérarchique des formes décrites. Je n'ai pas cru avoir le droit de reprendre en sous-ordre le travail de spécialistes, absolument compétents chacun dans le groupe d'animaux qu'il étudiait. Mais je crois cependant pouvoir exprimer ici la signification que personnellement j'attribue à ces formes nouvelles.

Les animaux du littoral, introduits eux-mêmes dans le lac à diverses époques, postérieurement à la fonte des grands glaciers quaternaires, ont donné naissance à une descendance dont les fortunes ont été diverses: quelques uns sont restés, de génération en génération dans la région littorale, et y ont continué le type spécifique de la forme littorale; d'autres ont été transportés, par migration active ou passive, dans la région profonde, les uns il y a des siècles, les autres il y a des années seulement. Ceux qui n'ont pas été immédiatement tués par les conditions nouvelles de vie, auxquelles ils ont été soumis, ont subi l'influence de ce milieu, et se sont modifiés plus ou moins rapidement et plus ou moins profondément, selon les espèces; ils ont produit des variétés spéciales, différentes, anatomiquement ou physiologiquement, du type primitif. Le degré de différenciation dépend pour chaque individu, d'une part de la variabilité plus ou moins élastique du type, d'une autre part du nombre de générations passées dans le nouveau milieu; de telle manière que la collection des innombrables individus d'une même espèce, existant aujourd'hui dans la région profonde, doit présenter tous les degrés possibles de différenciation, suivant que l'action différenciatrice a opéré sur un plus ou moins grand nombre de générations.

Je serais disposé à appeler d'un nom propre d'espèce chaque type qui s'est adapté aux conditions du milieu profond, (1) s'il a pris la forme définitive qu'il doit atteindre après un nombre infini de générations passées dans ce milieu; chacune de ces espèces profondes serait unie à l'espèce littorale par un nombre infini d'individus présentant tous les degrés de différenciation. (2)

---

(1) Chacune de ces espèces abyssicoles se décomposerait en autant de variétés qu'il y a de lacs dans lesquels elle habite. Exemple: Asellus Forelii, var. Lemani, var. Unterwaldensis, var. Anneciensis.

(2) Une *espèce* sera pour nous „*la collection des individus descendant d'un même type antérieurement différencié (espèce-mère), qui ont été soumis à des conditions de milieu nouvelles et qui ont atteint le summum de différenciation que peut apporter ce nouveau milieu.*

Cette espèce présentera des variétés locales si la différenciation s'est opérée isolément dans des centres isolés et distincts."

Il y a dans cette définition de l'espèce plusieurs notions:

1° Le fait d'une espèce antérieure, préalablement différenciée dans le milieu auquel elle était soumise.

2° Le fait du changement d'un milieu. Ce changement peut avoir lieu:

Dans la pratique cette vue théorique doit se traduire par la convenance de mettre entre les mains des spécialistes, qui veulent étudier nos faunes profondes, un nombre considérable d'individus de chaque espèce, présentant tous les degrés possibles de différenciation; au milieu de tous les degrés de transformation, ils arriveront à la caractéristique de l'espèce, modifiée à l'extrême. L'étude de quelques individus d'une première pêche n'est pas suffisante, car le hazard peut avoir fait rencontrer des animaux émigrés tout récemment dans les grands fonds, et qui par conséquent ne sont point encore définitivement différenciés.

§ VIII. Alimentation de la faune profonde.

Etudions maintenant les questions générales de la nutrition des animaux de la région profonde.

Nous avons déjà suffisamment traité de la respiration; nous avons vu que, dans les grands fonds des lacs, l'oxygène est dissous dans l'eau en quantité suffisante pour l'entretien de la vie; nous n'avons pas à revenir là-dessus. Quant au problème spécial de la respiration des larves d'Insectes et des Limnées, nous en parlerons plus bas.

L'alimentation des animaux de la région profonde est une question ouverte par le fait d'absence de la végétation, qui est la grande productrice des matières nutritives pour les animaux.

Tout d'abord, tous les animaux aquatiques de la région profonde sont, ou carnivores, ou omnivores; ils se mangent entr'eux; les plus gros dévorent les plus petits qu'ils capturent vivants; les plus petits déchirent les plus gros, lorsque ceux-ci sont à l'état de

---

ou bien par migration de l'espèce dans une région différente;

ou bien par modification du milieu physique de la région;

ou bien par intervention dans la lutte pour l'existence de nouveaux concurrents animaux ou végétaux.

3° Le changement dans le milieu peut être peu important, et alors il n'y aura pas de modifications morphologiques ou physiologiques dans la nouvelle espèce, qui sera identique à l'ancienne. Ou bien ce changement peut être important, et alors il y aura deux alternatives possibles:

a) l'espèce sera anéantie, incapable qu'elle est de s'adapter aux nouvelles conditions du milieu.

b) l'espèce sera modifiée par adaptation à ce nouveau milieu. Dans ce cas l'espèce nouvelle n'arrivera à sa perfection, c'est-à-dire à son maximum de différenciation, qu'au bout d'un nombre suffisant de générations.

4° Si des relations sont possibles entre les divers districts de la région (fonds de la mer, plaines, continents) et si des croisements faciles peuvent avoir lieu entre les individus de ces divers districts, l'espèce sera uniforme.

Si au contraire chaque district est isolé et sans communication directe avec les autres (fonds des lacs, îles, montagnes isolées), chaque groupe de famille de la nouvelle espèce, se différenciant indépendamment et pour son compte, sans croisements ni mélanges, il y aura production de variétés locales, lesquelles pourront différer plus ou moins les unes des autres.

cadavre. La matière organisée passe donc d'un animal à l'autre dans un cycle continu. Mais ce n'est qu'une partie de la masse des matières organiques, assimilées sous la forme de tissus animaux, qui reste ainsi dans l'alimentation animale; une autre partie, la plus grande partie, est enlevée à ce cycle. Ce sont les matières excrétées par l'animal vivant, sous la forme d'acide carbonique, d'urée et d'autres produits azotés, qui se dissolvent immédiatement dans l'eau, et qui ne sont plus ainsi directement assimilables par les animaux; dissoutes dans l'eau ces matières s'ajoutent à la réserve que nous avons vu être fort considérable dans le lac, et que nous avons indiquée sous les noms de matières organiques et acide carbonique libre. Il y a donc, par le fait des sécrétions excrémentielles des animaux vivants, destruction constante de matières organisées, déficit par conséquent de matières alimentaires.

Dans les régions littorales, où prospère une riche végétation de plantes vertes, ce déficit est bientôt comblé; les matières organiques dissoutes dans l'eau sont assimilées par les plantes et organisées à nouveau; la matière alimentaire est reproduite à nouveau. Mais dans la région profonde ce n'est plus la même chose. Dans la zône supérieure de cette région profonde, nous trouvons encore le feutre organique, et nous pouvons admettre une faible action actinique sur les algues cellulaires qui y végètent encore. Mais dans la zône absolument obscure de la région profonde, là où le règne végétal est totalement annullé, comment se comble le déficit de nourriture? Comment la provision de matières alimentaires ne s'épuise-t-elle pas?

Diverses solutions ont été données à ce problème (LXXXVIII).

Wallich, Hæckel et d'autres ont attribué aux Rhizopodes la faculté d'assimiler directement les matières organiques dissoutes dans l'eau; ils ont doué le protoplasma de ces Protistes élémentaires de fonctions considérées généralement comme propres au règne végétal seul. Cette hypothèse est devenue pour un temps célèbre, alors que les draguages profonds de l'Atlantique eurent découvert le Bathybius Haeckeli de Huxley, et fait admettre que la vase des grands fonds était recouverte d'une couche plus ou moins continue de cette gigantesque Monère. Mais elle est tombée depuis que les naturalistes du *Challenger* ont réfuté avec autorité l'existence du Bathybius. Que les masses floconneuses, décrites comme étant du protoplasma, soient un précipité de sulfate de calcium dans l'alcool (Buchanan), ou bien les mucosités excrétées par les animaux limicoles troublés par l'opération du draguage (rapports du *Travailleur)*, toujours est-il que l'existence même du Bathybius est absolument réfutée. J'ajouterai que je n'ai jamais rien vu dans les fonds du lac qui pût se rapporter de près ou de loin à du Bathybius, et que, pas plus que les explorateurs modernes de l'Océan, je ne suis disposé à l'admettre dans les eaux profondes.

Mais si nous ne reconnaissons pas la présence d'une Monère indéfinie et illimitée répandue sur le limon des grands fonds des lacs, l'existence de Protozoaires, de Protistes, d'êtres très inférieurs y est indiscutable. Ces êtres rudimentaires sont-ils capables, comme le voulait Wallich, d'assimiler directement la matière organique dissoute dans l'eau? Cela me semble fort probable.

En effet l'animal ne se nourrit pas uniquement de matériaux organisés ; les substances nutritives sont aussi bien reçues, et plus facilement digérées par nous, animaux supérieurs, quand elles sont sous la forme de solutions. Nos boissons artificielles, le vin, le café, le bouillon, sont des solutions concentrées, notre eau d'alimentation est une solution très diluée de matières organiques, n'ayant plus trace d'organisation, et de matériaux inorganiques. Tous ces matériaux, modifiés ou non par nos sucs digestifs, sont absorbés par les capillaires de l'intestin. L'animal est donc capable d'assimiler des matériaux dissous dans l'eau ; il n'y a pas nécessité à ce que ceux-ci soient sous la forme organisée. Si le fait est possible pour les animaux supérieurs, pourquoi ne le serait-il pas pour les animaux inférieurs ?

Nous avons la preuve de cette absorption de matériaux dissous dans l'eau, dans la production de la coquille calcaire des Foraminifères pélagiques marins, Globigérines, Orbulines, etc. Ces petits Protozoaires qui vivent par myriades à la surface des mers, loin des côtes, loin de toute matière solide, ne peuvent tirer que de l'eau limpide et sans poussières, dans laquelle ils nagent, les matériaux calcaires de leur coquille. C'est par absorption directe du carbonate calcaire dissous dans l'eau qu'ils sécrètent les coquilles délicates, dont les débris s'accumulant au fond de la mer, y constituent la Globigerin-ooze, la craie en voie de formation. De même pour la coquille siliceuse des Rhizopodes. Il est vrai que cette preuve de la faculté d'absorption par l'animal des matériaux dissous dans l'eau, ne se rapporte qu'à des substances minérales ; mais la démonstration du fait de cette absorption pour les substances minérales, rend probable l'absorption des substances organiques.

J'admettrai donc qu'une certaine quantité de matières organiques, dissoutes dans l'eau du lac, peut rentrer dans le cycle de l'organisation par voie d'absorption directe par les animaux. Mais cette quantité doit être très peu importante, étant donnée la très infime proportion de matériaux que contient l'eau du lac; 10 milligrammes de matières organiques par litre, cela représente une solution au cent-millième.

K. Möbius de Kiel (LXXXIX) fait venir de la région littorale la nourriture des animaux de la région profonde ; il suppose qu'elle descend dans les grands fonds, entraînée, soit par les courants thermiques, soit par l'éboulement naturel des talus inclinés. L'étude du limon des grands fonds nous montre relativement trop peu de débris venant directement du littoral, pour que nous puissions attribuer à cette action une puissance suffisante.

Si je ne puis admettre comme suffisamment efficace le transport des matériaux du littoral dans le fond par voie d'éboulement des talus, je crois cependant que ce transport se fait et qu'il y a lieu d'en tenir compte ; il a lieu, comme je l'ai dit, de deux manières :

1° Par la voie des courants de retour des grands vents, lorsque l'eau, salie par le choc des vagues sur la grève, revient dans le plein lac sous la forme d'un courant profond.

2° Par la voie de corps flottants à la surface, entraînés en plein lac par les courants, et qui sombrent dans la profondeur lorsqu'ils sont assez imbibés d'eau.

Wyville Thomson (XC) enfin va chercher dans les régions superficielles de la mer, à savoir dans la région pélagique, l'origine de la nourriture pour les grands fonds.

C'est à cette théorie que je me joins sans hésitation; pour nos lacs du moins c'est dans la région pélagique que se fait surtout le renouvellement de la provision de nourriture nécessaire à l'entretien de la faune profonde. Dans le limon des grands fonds, tel que nous l'étudions sur nos tamis, nous trouvons bien quelques débris organiques, venant, soit de la terre ferme, soit du littoral; ils ont été entraînés dans les grands fonds par les courants mécaniques et thermiques, ou mieux encore, la plupart après avoir flotté à la surface du lac ont sombré au fond du lac quand ils ont été assez allourdis par l'imbibition progressive de l'eau. Mais ces débris littoraux sont en fort petit nombre, comparativement aux myriades de carapaces d'entomostracés qui viennent de la région pélagique. Ces petits Crustacés, un peu plus lourds que l'eau, sombrent après leur mort, et les parties molles de leurs cadavres sont dévorées par les animaux de la faune profonde; les parties chitineuses restent comme témoins de l'importance de ce fait biologique, qui est absolument indispensable à l'existence de la faune profonde.

Pour être complet, ajoutons encore les excréments des Poissons pélagiques qui tombent au fond du lac, et doivent apporter un supplément de nourriture aux animaux coprophages de la région profonde; l'alimentation de ces poissons étant fondée sur les entomostracés pélagiques, nous n'avons ici qu'une variante dans l'alimentation de la faune profonde aux dépens de la faune pélagique.

En résumé j'estime que la nourriture de la faune profonde est tirée:

1° Des cadavres des animaux pélagiques.

2° Des débris animaux et végétaux venant de la terre ferme, ou de la région littorale du lac, et emportés dans la région pélagique, et sombrant ensuite dans la profondeur.

3° Des substances dissoutes dans l'eau, et assimilées directement par les animaux.

— Que deviennent les matériaux organiques assimilés par les animaux de la faune profonde? Une partie est brûlée dans le jeu de leur vie, et se dissout dans l'eau ambiante; une autre partie reste à l'état de tissus animaux. Quel est le sort de cette matière animale?

La grande majorité des cadavres des animaux de la région profonde sont mangés par les autres animaux, rapaces ou omnivores, dont les légions se précipitent, comme nous le voyons dans nos aquariums, sur toute proie offerte à leur voracité. Les parties dures, coquilles calcaires ou carapaces chitineuses, sont laissées dans la vase, et y sont dissoutes directement par l'eau (sels calcaires), ou bien s'y putréfient en se transformant en acide carbonique, et hydrures de carbone et en matières ammoniacales, qui se dissolvent dans l'eau. Quelques-unes enfin se fossilifient dans l'argile; mais dans notre lac Léman, c'est je crois le petit nombre.

Une autre partie sort du lac sous la forme de Poissons pêchés par l'homme ou par les Oiseaux aquatiques.

Une autre partie enfin, mais cela est limité, si je ne me trompe, à la région littorale ou à la zône supérieure de la région profonde, se développe sous la forme d'Insectes adultes, qui s'élèvent de l'eau, et sont la proie des Oiseaux, et spécialement des Hirondelles.

Le cycle de la destinée des matières organiques serait donc, dans nos lacs, à peu près le suivant :

Les eaux du lac contiennent une quantité à peu près constante de matières organiques dissoutes, acide carbonique, substances azotées, hydrocarbures ; ces matières se renouvellent sans cesse par les eaux des affluents qui en sont richement chargées, et par les animaux et plantes terrestres qui vont périr dans le lac. Une partie de ces matières organiques dissoutes s'échappent par l'émissaire et vont se perdre dans la mer. (1)

De ces matières organiques celles qui restent dans le lac sont successivement, ou assimilées directement par les animaux, ou réduites ou assimilées par les végétaux aquatiques, plantes de la région littorale, algues flottantes de la région pélagique. Elles prennent ainsi la forme de matières organisées. Les matières végétales sont, en partie, détruites par putréfaction et rendues à l'eau sous forme de matières solubles, ou dispersées dans l'atmosphère sous forme de gaz des marais. Mais en partie aussi, elles sont mangées par les animaux phytophages des faunes littorales et pélagiques, et passent à l'état de matières animales.

Des matières animales, les unes sont excrétées par les animaux vivants, à l'état de substances solubles qui se dissolvent dans la masse des eaux du lac, les autres se putréfient après la mort de l'animal, et sont dissoutes de même dans le lac, où elles rentrent dans la réserve de matières organiques utilisables, les autres enfin sont mangées par d'autres animaux carnassiers. Une faible partie de cette matière animale sort du lac sous la forme de poissons ou d'insectes aëriens.

Au point de vue de ce cycle d'utilisation des matières organiques, ce qu'il y a dans nos faunes lacustres de particulièrement intéressant, ce sont les relations nécessaires entre la région pélagique et la région profonde ; tandis que c'est en général sur place même que les matières organisées sont utilisées pour l'alimentation des animaux, dans les lacs, les matériaux organisés à la surface sont utilisés dans les grands fonds. La faune pélagique s'est nourrie des matériaux assimilés à la surface du lac. Après la mort des entomostracés pélagiques, il y a descente de leurs cadavres dans les grands fonds, où ils vont servir de nourriture à la faune profonde. Ils vont lui porter la nourriture assimilée à la surface du lac par les petites algues pélagiques.

D'après cela l'existence d'une faune et d'une flore pélagiques sont des conditions essentielles et indispensables au maintien d'une faune profonde.

§ IX. Différences locales de la faune profonde.

La faune profonde a des caractères généraux très semblables dans les différents lacs

(1) Un calcul approximatif me montre que, du 1er janvier au 31 décembre 1874, la quantité de matières organiques (révélables par le permanganate de potasse), qui se sont écoulées par le Rhône de Genève, s'élève à près de 70,000 tonnes de 1000 kilogrammes. Cette année 1874 a été plutôt au-dessous qu'au-dessus de la moyenne pour le débit de l'émissaire.

de la région qui nous occupe; c'est toujours le même groupe d'animaux limicoles qui habite ces profondeurs; les différences principales sont:

1° L'absence de certaines espèces dans certains lacs. Ainsi par exemple l'Asellus aveugle ne nous est connu que dans les lacs Léman, Annecy, Bourget, IV-Cantons; les Limnées n'ont été trouvées que dans la région profonde du Léman, du lac d'Annecy et du lac de Constance.

2° Des différences morphologiques de la même espèce, qui s'est différenciée pour son compte dans le milieu spécial, isolé et distinct de chaque fond de lac. Ainsi par exemple l'Asellus aveugle du lac d'Annecy et celui du lac des IV-Cantons forment deux variétés bien distinctes de l'Asellus Forelii du lac Léman.

3° Des différences dans la profondeur à laquelle habitent certaines espèces. Ainsi dans le lac de Zurich devant Wädensweil, je n'ai trouvé le Niphargus puteanus que dans des draguages à 90 m.; à 45 et 60 m. il faisait entièrement défaut (1), tandis que dans le Léman il abonde dès 40 m., et même 35 m. de profondeur. Ainsi encore j'ai trouvé l'Asellus aveugle dans le lac d'Annecy par 50 m. de fond, tandis que à Morges, dans le Léman son habitat normal ne commence qu'à 70 m.

Dans le même lac il y a des différences de deux ordres:

1° Des différences résultant de la profondeur. Certaines espèces sont cantonnées dans la zône supérieure, d'autres dans la zône inférieure de la région profonde. Ainsi par exemple c'est dans la zône supérieure seulement du lac Léman que nous trouvons le Pachygaster tau insignitus; cet Hydrachnide ne descend jamais au-dessous de 35 à 40 m.; au contraire c'est dans la zône inférieure qu'habite l'Asellus Forelii, qui ne se trouve pas normalement dans le Léman, à une profondeur moindre de 70 à 80 m.; les trouvailles que j'en ai faites par 60 et même 40 m. sont tout-à-fait exceptionnelles. (2)

2° Des différences dépendant de la station. Certaines régions sont plus ou moins inhabitées, comme par exemple celles que le Dr. Asper a reconnues devant Beggenried et Gersau, au lac des IV-Cantons et près du Mont Caprino au lac de Lugano. A côté de ces déserts, d'autres stations du même lac fournissent une faune abondante; ainsi par exemple le bras de Stanzstad, au lac des IV-Cantons.

Ce que je connais de plus caractéristique dans ces différences d'une station à l'autre, c'est l'habitat des Gammarides dans le lac de Zurich. Asper n'a jamais trouvé le Niphargus aveugle que devant Wädensweil. Les draguages que j'ai faits moi-même dans l'été de 1883 confirment ce fait. Devant Horgen j'ai obtenu en grande abondance le Gammarus pulex, mais pas un seul Niphargus quoique que j'aie poussé mes draguages jusqu'à 80 m.; tandis que devant Wädensweil, dès que je suis arrivé à 80 et 90 m., j'ai trouvé, outre les Gammarus, des Niphargus parfaitement caractérisés.

---

(1) Asper dit les avoir pêchés dès 40 m.

(2) Voir la note (1) de la page 172.

Ces différences d'une station à l'autre doivent surtout provenir de différences dans la nature du sol.

§ X. Variations de la faune profonde.

Y a-t-il des variations périodiques ou non-périodiques dans la faune profonde d'une même station?

Dans mes draguages faits devant Morges, je n'ai pas su reconnaître des variations saisonnières ou estivales. Ces variations existent-elles? Y a-t-il à certaines saisons plus grande ou moins grande abondance de certaines espèces? Je ne suis pas arrivé à le constater, et cela n'a rien de bien étonnant, si comme j'en suis convaincu, la faune profonde est bien établie dans la région, si elle s'y multiplie et s'y développe sur place. Il n'y a pas de saisons dans la région profonde; la température, le grand facteur variable de la périodicité estivale, y est toujours invariablement basse et froide; la lumière y est toujours, été comme hiver, nulle, ou très atténuée; les influences saisonnières doivent y faire défaut, et la vie doit échapper à ce cycle puissant, qui agit si fortement sur les fonctions des animaux et des végétaux de toutes les autres régions habitées. Si au contraire, les animaux que nous trouvons dans la région profonde étaient simplement des égarés de la région littorale, entraînés par le jeu des courants dans cette région, où ils seraient incapables de s'établir et de se multiplier, si cette hypothèse que j'ai suffisamment réfutée était vraie, nous verrions certainement de grandes variations saisonnières dans la population de la région profonde, variations liées aux variations fortement caractérisées de la faune littorale.

Il y a cependant des variations dans la faune profonde, variations difficiles à constater, mais dont je crois avoir reconnu les indices.

Ainsi par exemple dans mes premiers draguages de 1867 à 1873, j'ai trouvé devant Morges, des Limnées en assez grande abondance; j'en trouvais plusieurs exemplaires adultes dans chaque draguage, la L. abyssicola A. Brot, plus rarement la L. profunda S. Clessin (L. stagnalis, var. A. Brot). Plus tard, lorsque je suis entré en relation avec S. Clessin, j'ai voulu lui envoyer des Limnées; mais tout d'abord j'en ai peu trouvé; ces Gastéropodes étaient devenus fort rares; puis ce que j'expédiai à Clessin n'était point la L. abyssicola, mais bien le type qu'il a désigné sous le nom de L. Foreli. Pour étudier la L. abyssicola il a dû demander à M. Brot communication des échantillons que j'avais envoyés à celui-ci quelques années auparavant. Il y avait eu modification complète de la population des Limnées, dans la même station, en un petit nombre d'années.

Cet exemple montre qu'il peut survenir des variations considérables dans la population de la région profonde; ces variations sont évidemment dues aux hazards de l'immigration des espèces de la région littorale qui sont entraînées dans la profondeur et s'y établissent pour un temps, ou définitivement.

§ XI. Questions spéciales intéressant certaines espèces.

Après avoir traité les problèmes généraux intéressant la vie des animaux de la faune profonde, étudions quelques-unes des questions spéciales qui touchent à certains groupes ou à certaines espèces.

I. Insectes Diptères.

Ces animaux n'existent dans le lac qu'à l'état de larves; leur état parfait ne pouvant se passer que dans l'air, comment peuvent-ils accomplir le cycle de leurs métamorphoses dans la région profonde du lac?

Les Diptères à larves lacustres pondent en général leurs œufs sur les corps solides à demi immergés; ces œufs sont agglutinés ensemble en longues chaînes formant des filaments mous, jaunâtres ou blanchâtres, qui plongent dans l'eau. C'est en automne et en hiver que nous voyons les paquets de ces œufs dessiner une bande jaunâtre sur les murs de nos quais et sur les plantes aquatiques, dont les sommets émergent dans la beine. Au bout de quelques jours les œufs éclosent, et les petites larves se dispersent dans la vase de la beine. Si pendant ce temps de la ponte et de l'éclosion, il s'élève des vagues un peu fortes, les paquets d'œufs peuvent être arrachés de leurs supports, ou les larves être entraînées, et les courants peuvent les disperser à la surface du lac. De là ils doivent sombrer dans la profondeur, et nous comprenons fort bien, comment doit s'accomplir le peuplement de la région profonde, par ces germes, ou ces jeunes insectes, arrachés au littoral.

Dans le limon de la région profonde nous trouvons les larves de diverses espèces à divers degrés de développement; mais je n'ai pas su remarquer de différences saisonnières, suivant lesquelles, à certaines époques, il y aurait plus ou moins de jeunes larves, ou de larves plus âgées. Il est possible qu'à ce point de vue mes observations soient insuffisantes; cependant le fait que je crois avoir vu, à savoir un mélange à peu près uniforme de larves d'âges différents, peut fort bien s'expliquer par l'hypothèse que je vais proposer.

Lorsque j'étudie le produit de mes draguages, immédiatement au moment où je viens de le sortir du fond du lac, je ne trouve pas de nymphes (1); si au contraire je laisse le limon, et les larves qu'il contient, séjourner pendant quelques temps dans des bassins, je rencontre bientôt des nymphes, et je vois même parfois s'opérer la métamorphose en insecte parfait.

---

(1) Je ne veux cependant pas être trop affirmatif sur ce point. Je suis très sûr d'avoir vu des larves se transformer en nymphes après quelques jours de séjour dans mes bassins. Je suis très sûr de la grande rareté des nymphes dans le limon au moment où je viens de le draguer. Mais de l'absence absolue des nymphes dans la profondeur du Léman, je ne puis pas être complétement certain. En tous les cas, j'ai vu une nymphe de Chironomide dans le produit d'un draguage fait à 50 m. dans le lac d'Annecy, quelques instants après qu'il avait été sorti du lac.

En aucune saison je ne vois, à la surface du lac, dans la région pélagique, des larves ou des nymphes de Diptères en voie de métamorphose (1). Ce fait s'observe en revanche chaque année dans la région littorale, où l'on voit alors l'eau couverte de milliers de carapaces chitineuses des nymphes dont l'insecte parfait vient de s'échapper ; dans la région pélagique qui forme la partie superficielle de la région profonde, je ne l'ai jamais constaté. (2). Les larves de Diptères en question nagent du reste fort mal ; elles sont absolument incapables de s'élever entre deux eaux.

J'ai essayé dernièrement de juger la question par une observation indirecte. Si les larves des Chironomides de la région profonde se métamorphosent en insectes parfaits, elles doivent monter à la surface ; en traversant la région pélagique, elles doivent devenir la proie facile des poissons insectivores ; on doit les retrouver dans l'estomac des Corégones. Malheureusement j'ai pensé à cette recherche trop tard, et j'ai été surpris par la période de prohibition absolue de la pêche, qui, pour la première fois, a été introduite sur le lac Léman, du 15 avril au 31 mai 1884. Aussi n'ai-je pu étudier à ce point de vue qu'un nombre insuffisant de poissons. Toujours est-il que deux Féras, que j'ai autopsiées le 12 avril, avaient leur estomac rempli d'entomostracés, mais ne contenaient pas un seul débris de larve de Diptère. (3) Sans donc que je puisse donner la démonstration comme probative, je puis cependant en indiquer les résultats provisoires comme favorables à mon hypothèse.

Je ne crois pas faire erreur en admettant que les larves de la région profonde ne viennent pas subir leurs métamorphoses à la surface de la région pélagique ; or comme il n'est pas possible que ces larves en rampant sur le sol sachent regagner le littoral pour y subir leurs métamorphoses, j'arrive à la conclusion que ces larves ne se transforment pas en insecte parfait. Le cycle des métamorphoses ne s'accomplit pas pour les larves d'insectes de la région profonde.

Devons-nous interpréter ces faits en supposant que ces larves sont chaque année importées dans la région profonde à l'état d'œufs ou de jeunes larves, qu'elles y vivent et qu'elles y meurent sans donner de descendance ? Cela représenterait une dépense bien étrange et bien inutile des germes reproducteurs des espèces littorales ; la chose n'est cependant pas impossible.

Je l'estime cependant improbable si je considère la grande abondance des larves d'insectes de la région profonde. C'est par dixaines, c'est quelquefois par centaines que j'en

---

(1) Une seule fois j'ai noté une larve d'Ephémère nageant à la surface du lac, à environ un kilomètre de la rive; elle semblait complétement égarée et je suis convaincu qu'elle avait été entraînée par les courants loin du littoral qu'elle habitait.

(2) Dans quelques cas où la région pélagique était salie par les dépouilles des nymphes d'insectes, il y avait eu évidemment transport par des courants des eaux du littoral.

(3) J'ai répété l'expérience au mois de juin 1884 avec le même résultat négatif.

compte dans chaque draguage dans les profondeurs moyennes devant Morges, c'est par centaines qu'il y en a dans chaque mètre carré du sol. Or quelque abondante que l'on puisse rêver la ponte de ces diptères à la rive, il n'est pas admissible qu'une dissémination fortuite, livrée au hazard des vagues ou des courants, suffise à expliquer une dispersion aussi abondante et aussi régulière. De plus nous devrions observer une grande irrégularité d'une année à l'autre, suivant que la ponte des diverses espèces aurait coïncidé avec un temps de grande agitation du lac, favorable à la dispersion des œufs, ou avec un temps calme qui serait impropre à une telle dispersion. Des différences annuelles de cet ordre ne nous auraient probablement pas échappé.

Il y a une autre interprétation des faits. O. Grimm de St-Petersbourg (XCI) a décrit une reproduction *pédogénétique* des Diptères. Il a vu ces insectes, encore à l'état de larve, présenter déjà un état de maturité suffisant des ovaires pour pondre des œufs capables de se développer. J'ai lieu de supposer qu'il en est de même pour nos Chironomides de la région profonde. Deux fois j'ai vu le corps de nos larves transparentes verdâtres être remplis d'œufs reconnaissables à leur taille et à leur forme; d'une autre part, j'ai plusieurs fois dans mes draguages profonds trouvé des œufs de Diptères agglomérés ensemble en paquets discoïdes. Ces observations ne sont malheureusement pas assez complètes pour que je puisse être très affirmatif; mais je suis tout disposé à croire que dans la région profonde du lac nos larves de Diptères (ou quelques-unes d'entre elles du moins) se reproduisent par pédogenèse, c'est-à-dire pondent des œufs avant d'arriver à l'état parfait, que ces larves restent à l'état larvaire, et ne viennent jamais à l'air subir leur métamorphose en insecte parfait.

Ainsi seulement s'expliquerait d'une manière satisfaisante la masse énorme de larves d'insectes dans la profondeur du lac; car la dissémination fortuite d'œufs venant du littoral serait bien loin de suffire à la reconstitution annuelle de cette population nombreuse de larves, qui iraient accidentellement s'égarer et s'anéantir loin du bord.

Cette question est du reste très délicate et très difficile. Elle mériterait d'être reprise avec attention par un spécialiste qui y vouerait tous ses soins.

La respiration de ces larves de Chironomides se fait par les branchies imparfaites qui ornent la partie postérieure du corps de l'animal. Vu le peu de développement de ces organes, et étant connus les mœurs limicoles de ces larves, qui vivent dans des galeries creusées dans la vase, où l'eau doit très mal circuler et très mal se renouveler, les phénomènes respiratoires doivent être très peu actifs.

Ces larves ont un système trachéal normal, venant s'ouvrir au dehors par des stigmates; mais ce qui est propre à nos larves de Diptères de la région abyssale, ce qui les sépare de tous les autres insectes connus, c'est que leurs trachées ne contiennent pas d'air; elles sont remplies d'eau. Vues au microscope elles sont fort difficiles à discerner, et ne présentent pas les lignes noires, fortement réfringentes, des parties remplies de gaz à l'état aëriforme. Ces trachées existent cependant, et ne sont point obstruées; elles ne sont que

remplies d'eau; en effet si on laisse, quelques heures ou quelques jours, dans des bassins, les larves d'un draguage profond, elles viennent bientôt aspirer l'air, et leur réseau trachéal se vide progressivement d'eau pour se remplir de gaz. L'absence d'air des trachées d'animaux vivant dans la région profonde s'explique par le fait que les insectes en question ne viennent jamais en relation avec l'air atmosphérique; les gaz, qui remplissent les trachées dans un insecte aërien, ne sont pas un produit de sécrétion de l'animal; leur introduction dans le corps est un fait purement mécanique, plus ou moins analogue à l'inspiration dans le poumon d'un vertébré. Comme il n'y a point de gaz à l'état aëriforme dans la région profonde, le remplissage des trachées ne peut pas s'y effectuer.

Il est une généralisation intéressante, que nous pouvons faire au sujet de ces trachées d'Insectes, remplies d'eau; c'est l'analogie évidente entre ces organes et les vaisseaux aquifères des Vers[1]. Chez les animaux de toutes les classes du type des Vers, on connaît un réseau de canaux très fins et délicats pénétrant dans l'intérieur du corps, où ils se ramifient ou s'anastomosent. Par leur forme, leur distribution et leur structure, ils rappellent de très près les trachées des insectes. Mais ils sont remplis d'eau, et on leur attribue généralement les fonctions d'organe d'excrétion. Ne pourrait-on pas, outre la ressemblance morphologique, admettre entre les vaisseaux aquifères des Vers et les trachées aëriennes des insectes une parenté organogénique. De même que nous voyons les trachées aquifères des larves d'insectes de la région profonde se remplir de gaz, et devenir des trachées aëriennes, quand l'animal est venu au contact de l'air, ne pourrions nous pas considérer comme probable que, dans les phases du développement du type de l'Insecte, les vaisseaux aquifères du Ver se sont transformés en trachées aëriennes, lorsque l'animal a eu besoin d'une respiration plus active.

II. Hydrachnides.

L'Hygrobates longipalpis, qui est fort abondant dans la région profonde du Léman et d'autres lacs, montre un fait curieux de défense dans la lutte pour l'existence. Je l'ai souvent mis dans des aquariums en compagnie de poissons divers, et j'ai toujours constaté avec étonnement la manière dont les poissons le respectaient; j'ai noté vingt fois que les poissons, avides comme on le sait de toute espèce de proie animale, qui se précipitent immédiatement sur tout animalcule nageant dans l'eau, passent à côté de ces Hydrachnides avec le plus souverain mépris. Une seule fois j'ai vu un Rotengle en manger deux.

Quelle est la cause de ce dédain? l'Hydrachnide est-il protégé par un goût désagréable ou par une odeur répugnante? Je ne saurais le dire.

III. Crustacés aveugles.

J'ai déjà suffisamment étudié la question de l'origine des deux Crustacés aveugles de la région profonde, le Niphargus puteanus et l'Asellus Forelii; je n'ai pas ici à revenir là-dessus.

---

[1] Je dois cette remarque à mon collègue M. le prof. Ed. Bugnion de Lausanne.

IV. Acanthopus.

Les relations de ces petits Ostracodes avec les Cythéridés marins sont fort intéressantes, les deux espèces de ce genre décrites par M. H. Vernet étant les seules connues de Cythéridés d'eau douce.(1) L'on pourrait à leur sujet discuter l'histoire probable de l'introduction de formes marines dans la région profonde du Léman. Mais les hypothèses assez compliquées, que l'on serait entraîné à faire, pour rendre compte d'une telle migration dans un lac qui n'a jamais eu de relations directes avec la mer, seraient actuellement trop prématurées. Il est prudent d'attendre pour laisser s'égarer ainsi notre imagination de naturaliste que l'absence des Acanthopus, ou de formes parentes, ait été constatée soit dans la faune littorale du Léman, soit dans les faunes lacustres des autres lacs, soit dans les eaux terrestres. Jusqu'à présent ces très petits Ostracodes n'ont été trouvés que dans la région profonde du Léman; mais la certitude de leur absence ailleurs n'est pas assez assurée, et je n'oserais pas me baser sur des faits négatifs aussi peu certains.

V. Mollusques. Respiration des Limnées.

Les Limnées sont des Gastéropodes pulmonés, qui respirent en introduisant l'air en nature dans leur sac pulmonaire. Comment s'opère la respiration des trois espèces que nous trouvons dans la région profonde du Léman,(2) bien loin de tous rapports possibles avec l'atmosphère ?

Lorsque j'ouvre sous l'eau le sac pulmonaire d'un de ces Mollusques, je constate qu'il est vide d'air, ou plutôt qu'il est plein d'eau. Comme nous l'avons vu pour les trachées des larves de Diptères, ce fait s'explique par l'absence de gaz à l'état aëriforme dans la région profonde, et par l'impossibilité où sont ces animaux, à reptation fort lente, et incapables de natation, de venir faire à l'air leur provision de gaz respirable. Il en résulte que ces animaux pulmonés sont transformés en animaux à respiration aquatique, et cela sans qu'ils possèdent l'appareil branchial caractéristique de la plupart des animaux vivant dans l'eau. Je n'ai du moins pas su découvrir de modifications sensibles au sac pulmonaire de ces Limnées, rien qui montrât l'apparition d'un organe branchial.

Que la respiration s'effectue suffisamment pour eux dans ces conditions défavorables, cela résulte du nombre considérable de ces animaux et de la manière énergique dont ils se reproduisent; leurs œufs et les jeunes animaux sont très fréquents dans la région profonde. Du reste, cette suffisance de la respiration aquatique pour des animaux à respiration aërienne, plongés dans la région profonde, étant déjà constatée par le fait des larves d'insectes, elle est bien plus explicable chez les Mollusques que chez les Diptères. Chez

---

(1) Sars indique cependant des Cythéridés parmi ses espèces marines reléguées dans les profondeurs des lacs Scandinaves (cxvii).

(2) Je rappelle que des Limnées ont été trouvées dans la région profonde des lacs de Walenstadt, IV-Cantons et Côme (Asper), de Constance (C. Th. de Siebold), Léman, lacs de Zell et d'Annecy (F. A. Forel).

les Limnées en effet toute la surface cutanée est molle et vascularisée ; elle peut fonctionner comme un appareil branchial diffus, et effectivement quelques genres de Mollusques ne possèdent que la respiration cutanée (Dermatobranches).

Du reste, si l'on y donne attention, le fait de Limnées respirant l'air dissous dans l'eau n'est pas aussi extraordinaire qu'il le semble au premier abord.

Ainsi que l'a montré le Dr. A. Pauly, de Munich (1) dans une étude spéciale de la question (XCII), des Limnées restent fort souvent et fort longtemps sans venir respirer à l'air; il l'a observé à l'état de nature; il l'a constaté après Moquin-Tandon dans des expériences où il entravait l'accès à l'air. Dans la plupart des cas cités par Pauly, le poumon était plein d'air; dans quelques circonstances, où il semblait impossible aux Limnées d'arriver à l'atmosphère, Pauly explique la présence de cet air par l'aspiration ou déglutition qu'il a constatée de bulles de gaz adhérentes aux corps submergés. Mais dans quelques cas le sac pulmonaire ne contenait que de l'eau.

Aux exemples qu'il a cités, j'en veux ajouter un qui me semble fort démonstratif:

Sur les pierres de la beine littorale du Léman, par 3 à 6 m. de profondeur d'eau (ruines de la cité lacustre de Morges), je trouve un grand nombre de Limnées, L. auricularia, qui n'ont aucune possibilité de venir à l'air; il n'y a là aucune plante aquatique qui élève ses rameaux jusqu'à la surface. D'une autre part ces mollusques sont trop lourds pour imiter leurs congénères des marais, pour se détacher du sol et venir flotter sur l'eau; leur densité est toujours supérieure à celle de l'eau, et soulevés, ils retombent pesamment au fond. J'en ai étudié un grand nombre d'individus, et j'ai constamment trouvé leur poumon rempli d'eau. Nous avons donc là, déjà dans la région littorale, un fait identique à celui des Limnées de la région profonde, qui sont entièrement vouées à la respiration aquatique.

Une transition à ce cas extrême de respiration uniquement aquatique, s'opérant à la fois par la surface cutanée et par la muqueuse du sac pulmonaire, nous est donnée par les Limnées qui, après avoir rempli d'air leur sac pulmonaire, soit qu'elles aient été chercher cet air à la surface, soit qu'elles aient ingurgité des bulles d'air immergées, restent fort longtemps sous l'eau sans venir respirer à la surface. La petite provision d'air qu'elles ont pu emmagasiner dans leur cavité pulmonaire, doit avoir son oxygène bien vite épuisé, et cependant ces animaux peuvent demeurer sous l'eau des jours, des semaines, des mois, sans renouveler leur air respiratoire. Dans ce cas le poumon doit cesser de fonctionner comme organe respiratoire, et la respiration est uniquement limitée à la surface cutanée.

(1) A la suite de nos découvertes, dans la faune profonde des lacs suisses, de Limnées respirant l'air en nature, le prof. C. Th. de Siebold rappela l'observation qu'il avait faite en 1857 dans le lac de Constance. Il avait rapporté dans ses filets, gisant à 70 m. de profondeur, des Limnées vivantes (CXIII). Le vénérable professeur de Munich fit proposer comme sujet d'un prix académique pour l'année 1875—1876, la question de la respiration aquatique de ces Limnéides. C'est comme réponse à cette question que le Dr. A. Pauly a présenté sa dissertation (XCII), qui, à bon droit, a été couronnée.

Aux exemples cités par Pauly je joindrai encore un fait général. Ce n'est guère que par les beaux jours de grande chaleur que les Limnées des eaux superficielles viennent ouvrir, à la surface de l'eau, l'orifice de leur cavité pulmonaire; pendant toute la saison froide elles restent sous l'eau, et se contentent de leur respiration cutanée. Lorsque l'eau devient très chaude, elles semblent sentir le besoin d'une plus grande quantité d'oxygène, et elles viennent chercher l'air respiratoire en nature à la surface de l'eau.

La température étant toujours très froide dans la région profonde du lac, la respiration cutanée aquatique suffit de même à ces mollusques soi-disant pulmonés; ce n'est pas à dire qu'ils n'utilisent pas leur sac respiratoire pour y introduire de l'eau et aider ainsi à la respiration cutanée.

La facilité avec laquelle les Limnées des eaux superficielles, qui ont pendant tout l'hiver respiré, uniquement par la peau, les gaz dissous dans l'eau, reprennent dans les premiers beaux jours la respiration pulmonaire aërienne, nous explique un fait qui m'a longtemps paru fort étrange. Quand je retire des grands fonds des Limnées, qui ne sont jamais venues à l'air et qui dans toute leur vie n'ont respiré que les gaz dissous dans l'eau, quand je les établis dans un aquarium, elles viennent de suite à la surface et remplissent immédiatement d'air leur cavité pulmonaire;[1] elles subissent donc sans transition une transformation complète de leur fonction respiratoire, laquelle se perfectionne subitement en augmentant énormément d'intensité. Or ces animaux ne paraissent point souffrir de cette révolution physiologique, et après cette épreuve, elles vivent encore fort longtemps dans l'aquarium. Je m'étonne moins aujourd'hui de la facilité avec laquelle elles supportent une crise aussi violente, du moment que j'ai constaté, que les Limnées des eaux superficielles passent toutes, chaque année, par des transformations analogues et aussi rapides.

VI. Pisidiums.

Les Pisidies de la région profonde de nos lacs ont été étudiées par un spécialiste de grand mérite, S. Clessin autrefois à Regensbourg, aujourd'hui à Ochsenfurt. Utilisant les matériaux fournis par Asper, Suter-Næf, de Zurich, et moi-même, il a pu comparer ces petits mollusques provenant de 18 lacs différents. C'est le seul groupe d'animaux pour lequel nous possédions une étude comparative aussi complète; aussi vu le grand intérêt de la question, je vais essayer d'analyser les résultats généraux des travaux[2] de Clessin.

---

[1] M. Pauly, en répétant mon observation sur les Limnées du lac de Starnberg, a constaté qu'elles semblent d'abord fort inhabiles à cette respiration aërienne; elles sortent trop haut hors de l'eau, et font des mouvements inutiles. Plus tard tout se régularise (XCII).

[2] Les travaux de M. Clessin traitant des Pisidies de la faune profonde des lacs subalpins sont: Les Pisidiums (Mat. XX et XXXV). Die Mollusken der Tiefenfauna unserer Alpenseen (XLV) p. 179. Beiträge zur Molluskenfauna der oberbayerischen Seen (XLIV) p. 107. Deutsche Excursions-Molluskenfauna (CXXV) p. 534.

Il a donné des noms spécifiques à ces divers Pisidiums; en voici d'abord l'énumération avec l'indication bibliographique (1) suffisante pour faire retrouver les descriptions:

Pisidiums de la région profonde.

1. Pisidium profundum	Léman	F. A. Forel	*Mat. XXXV*	*p. 273*
2. P. urinator	Zurich, Sils (?)		» »	*p. 270*
3. P. occupatum	Neuchâtel		» »	*271*
4. P. Foreli	Léman, Zellersee		» »	*269*
5. P. demissum	Zellersee		» »	*268*
6. P. submersum	Starnbergersee (2)	S. Clessin	Tiefenfauna XLV	p. 179
7. P. prolungatum	Walenstadt, Neuchâtel, Bourget, IV-Cantons		»	180
8. P. conventus	Starnbergersee		»	181
9. P. tritonis	Greifensee	Suter-Næf (XCIII)	Tiefsee-Mollusken.	
10. P. imbutum	Pfäffikon	»	»	
11. P. quadrangulum	IV-Cantons	»	»	
12. P.	Egerisee	»	»	
13. P. Asperi	Zoug, Klönsee	»	»	
14. P.	Zoug	»	»	
15. P. fragillimum	Silvaplana	»	»	
16. P. miliolum	Côme, Annecy	»	»	
17. P. italicum	Lugano, Majeur	»	»	
18. P. italicum, var. locarnense	Majeur	»	»	
19. P. Novaevillae	Bienne	S. Clessin	in litt.	

Toutes ces formes diffèrent assez entr'elles pour que Clessin ait cru pouvoir leur attribuer la valeur d'espèces distinctes.

Elles ont toutes cependant des traits communs que notre auteur a résumés comme suit (XLV): « Taille petite, coquille mince, le plus souvent transparente, cornée, sommets peu saillants, mais relativement larges, coquilles peu ventrues, absence absolue des lignes annuelles d'accroissement. Mécanisme de la charnière relativement lâche, dents peu aiguës ou réduites en nombre.»

Ces caractères généraux sont faciles à interpréter. L'absence de différences saisonnières de la région profonde rend compte de la suppression des couches d'accroissement annuel; la pauvreté de la nourriture et l'absence d'agitation de l'eau nécessitent une plus

(1) Les N°s 9 à 18, déjà indiqués dans la liste de Suter-Næf, et le N° 19 que Clessin m'annonce dans sa correspondance, seront publiés et décrits ultérieurement par Clessin.

(2) Je fais entrer dans cette série les Pisidies du lac de Starnberg en Bavière. Comme nous le verrons plus loin, ce lac a tout-à-fait les caractères des lacs de la région subalpine que nous étudions ici.

grande mobilité de l'animal, qui doit chercher son alimentation dans un cercle plus élargi. Les sommets larges, mais peu saillants, montrent que le jeune animal n'est expulsé du corps de la mère que lorsqu'il a atteint des dimensions relativement assez fortes; aucune perturbation du reste ne trouble son développement. Quant à la charnière son mécanisme est assez lâche, et parfois réduit; les dents sont moins aiguës que dans les espèces littorales,(1) chez lesquelles l'agitation de l'eau exige une plus grande solidité d'articulation.

Ces traits généraux communs donnent à nos Pisidies de la faune profonde un habitus spécial, caractéristique, très nettement différencié; si les détails anatomiques varient d'une forme à l'autre, l'apparence générale reste toujours à peu près identique.

D'après l'énumération que nous venons de donner, les 19 espèces de Clessin seraient presque toutes spéciales à un seul lac; elles seraient différentes d'un lac à l'autre. Il a cependant reconnu l'identité probable des formes suivantes:

Pisidium Foreli dans le Léman et le lac de Zell.

P. prolungatum dans les lacs de Walenstadt, IV-Cantons, Bourget, et Neuchâtel.

P. urinator, dans les lacs de Zurich et de Sils(2) (Engadine).

P. Asperi dans les lacs de Zoug et de Klönthal.

P. miliolum dans les lacs de Côme et d'Annecy.

P. italicum dans le lac de Lugano et le lac Majeur.

Pour toutes les autres espèces elles seraient spéciales au lac où elles ont été découvertes.

Quant à l'origine probable de ces espèces, M. Clessin a essayé de la déterminer d'après les caractères anatomiques; voici les descendances qu'il croit pouvoir indiquer. Il fait venir ses Pisidiums de la région profonde de quatre espèces, à savoir:(3)

1° Pisidium fossarinum, d'où P. occupatum, submersum, prolungatum, tritonis, imbutum, et demissum.

2° Pisidium milium d'où P. urinator, quadrangulum, Asperi, fragillimum, miliolum.

3° Pisidium nitidum d'où P. Foreli, conventus et Novaevillae.

4° Pisidium italicum d'où P. locarnense.

Pour P. profundum, Clessin ne sait indiquer aucune descendance directe. Il fait remarquer qu'aucune de ses espèces ne semble provenir de P. Henslowianum, si vulgaire dans toutes les eaux superficielles.

---

(1) Dans Pis. urinator il manque les dents latérales externes de la coquille de droite.

(2) Cependant il met un point de doute pour cette dernière localité.

(3) J'appliquerai pour ces Pisidies la notion de l'espèce telle que je l'ai exposée plus haut en admettant les divisions de Clessin. Cela me servira d exemple pour illustrer mon interprétation des faits biologiques et généalogiques de la région profonde. J'admettrais quatre espèces profondes:

Espèce A dérivée du Pisidium fossarinum.

Variation du lac de Neuchâtel	α	P. occupatum	S. Clessin
„ de Starnberg		P. submersum	id.
„ de Walenstadt		P. prolungatum	id.

J'essaierai de résumer à ma manière les études de S. Clessin, dans les conclusions suivantes :

1° Les Pisidiums de la région profonde descendent des espèces littorales, qui ont émigré dans la profondeur.

2° Ils se sont modifiés anatomiquement et physiologiquement dans ce nouveau milieu.

3° Tout en se modifiant ils ont gardé des caractères anatomiques qui permettent dans certains cas de retrouver l'espèce originelle d'où provient l'espèce profonde.

4° Les Pisidiums de la région profonde ont tous pris un habitus général commun et caractéristique.

5° Malgré ces traits communs, la différenciation s'opérant dans des milieux différents, dans des lacs séparés et indépendants les uns des autres, a amené à des résultats différents dans chaque lac.

Variation du lac	du Bourget	P. prolungatum	S. Clessin.
„	des IV-Cantons	id.	id.
„	de Neuchâtel *β*	id.	id.
„	de Greifensée	P. tritonis	id.
„	de Pfäffikon	P. imbutum	id.
„	de Zell	P. demissum	id.

Espèce B dérivée de Pisidium milium.

Variation du lac	de Zurich	P. urinator	S. Clessin
„	des IV-Cantons	P. quadrangulum	id.
„	de Zoug	P. Asperi	id.
„	de Klönsée	id.	id.
„	de Silvaplana	P. fragillimum	id.
„	de Côme	P. miliolum	id.
„	d'Annecy	id.	id.

Espèce C dérivée de Pisidium nitidum.

Variation du lac	Léman	P. Foreli	S. Clessin.
„	de Zell	id.	id.
„	de Starnberg	P. conventus	id.
„	de Bienne	P. Novaevillae	id.

Espèce D dérivée de Pisidium italicum.

Variation du lac	de Lugano	P. italicum	S. Clessin.
„	Majeur *α*	id.	id.
„	Majeur *β*	var. locarnense	id.

Ensemble quatre espèces et 23 variétés.

Les variétés de l'espèce A seraient semblables dans les lacs de Walenstadt, du Bourget, des IV-Cantons et de Neuchâtel. Les variétés de l'espèce B seraient semblables dans les lacs de Zoug et de Klönsée d'une part, de Côme et d'Annecy d'autre part. Les variétés de l'espèce C seraient semblables dans le Léman et le lac de Zell. Les variétés de l'espèce D seraient semblables dans les lacs Majeur et de Lugano, une autre variété serait spéciale au lac Majeur. Les autres variétés seraient propres au lac où elles ont été trouvées. Dans chacun des lacs de Neuchâtel et Majeur il y a deux variétés des espèces A et D. Je laisserai à celui qui admettrait ma proposition le soin de donner des noms latins à ces quatre espèces A, B, C et D et d'appliquer des adjectifs latins aux différentes variétés des divers lacs.

6° Ces produits de différenciation sont cependant parfois assez semblables pour qu'on puisse signaler l'identité de quelques espèces dans deux lacs différents.

VII. Saenuris velutina Ed. Grube.

Cette belle espèce de Chétopode, dont nous avons donné la description, d'après Grube qui l'a étudiée vivante à Morges, est très abondante dans la région profonde de beaucoup de lacs. Je l'ai pêchée dans les lacs Léman, Bourget, Annecy, Neuchâtel, Zurich; Asper la signale dans le lac de Côme.

D'après Grube elle se distingue par la disposition des soies à crochets et des poils, soit de la Naïs papillosa Kessl. du lac Ladoga, soit du Tubifex papillosa Clap. de la mer; ces deux espèces lui ressemblent par la peau recouverte de papilles.

Quelle est l'origine du Saenuris velutina? Je l'ignore. Jusqu'à présent je ne l'ai jamais rencontré dans la région littorale ni du Léman, ni d'aucun autre lac. Mais il y a tant de variétés dans le facies limoneux de la région littorale, que je ne puis me flatter de les avoir toutes explorées, et peut-être un jour aurons-nous pour cette espèce la même surprise que pour le Plagiostoma Lemani et l'Otomesostoma Morgiense; après avoir découvert ces espèces dans la région profonde, je les ai retrouvées dans la région littorale.

Peut-être aussi provient-il de la faune des eaux souterraines, et le trouverons-nous dans les puits de la terre ferme en compagnie du Niphargus et de l'Asellus aveugles ; la couleur brune, jaune ou orangée de ce Ver ne semble cependant pas favorable à cette dernière alternative; les animaux cavicoles étant en général d'un blanc mat, non-pigmenté.

Toujours est-il que ce ver est actuellement presque la seule espèce dont l'origine nous soit absolument inconnue.

VIII. Mermis aquatilis Dujardin.

Ces Vers nématoïdes ont été étudiés par le prof. Ed. Bugnion qui n'a jusqu'à présent publié à leur sujet qu'une note provisoire (XCIV), mais qui nous promet un intéressant mémoire sur leur anatomie et leur zoologie. Bugnion admet dans nos eaux deux espèces :

1° Mermis chironomii Siebold, qui dans sa vie larvaire est parasite des larves de Chironomides. Bugnion le trouve constamment dans les étangs de Lausanne. Dans le lac j'en ai trouvé trois exemplaires venant de la beine littorale devant Morges ; le corps de la larve de Chironome était rempli par un énorme ver blanc, deux fois plus long que son hôte, replié sur lui-même et refoulant les organes entre lesquels son corps se glissait. Ce Mermis chironomii est très rare dans les larves de la région littorale du lac ; son état adulte se passe dans la vase ou le limon. Bugnion l'a trouvé une ou deux fois au milieu de mes envois de Mermis aquatilis libres provenant de la beine de Morges.

2° Mermis aquatilis Dujardin, un peu plus petit que le précédent. A l'état larvaire il est parasite d'une larve de Tanypus. Dans une larve blanche, que j'ai draguée

le 18 mars 1884, par 45 m. de fond devant Morges, il y avait trois jeunes larves de Mermis aquatilis, que j'ai pu soumettre à Bugnion. Les larves plus âgées, et les individus adultes de cet animal, habitent le limon, dans lequel ils circulent en se creusant des galeries, à côté des Annélides chétopodes et des larves de Diptères. Dans la région littorale devant Morges, j'ai observé un fait intéressant de commensalisme. Les larves du Mermis aquatilis se trouvent en grand nombre sur les racines du Potamogeton crispus; quand au printemps j'arrache les jeunes plantes de cette espèce, au moment où elles poussent dans l'eau leurs premiers rameaux, je trouve ces petits vers enroulés autour des racines, en pelotons quelquefois très nombreux. Sur deux plantes de Potamogeton crispus j'ai compté un jour de 250 à 300 individus. Il est probable que les Mermis pondent volontiers leurs œufs dans la couche molle et muqueuse qui entoure la racine très délicate de ce Potamogeton; tout au moins Bugnion en étudiant ces racines y a trouvé en grand nombre les œufs et les très jeunes larves, à côté des larves de grande taille et des adultes du Nématode. C'est seulement sur cette espèce de Potamogeton que j'ai trouvé des paquets de Mermis; les racines ou rhizômes des autres espèces de Potamogeton(1), des Myriophyllum, des Ceratophyllum, qui végètent à côté du Potamogeton crispus ne m'en ont jamais montré. Le Nématode n'est cependant pas lié absolument à cette espèce de plantes; il s'égare fort loin de la racine qui l'a nourri dans son enfance, et je le trouve vivant librement dans le limon vaseux de la beine. Dans la région profonde, où les Potamogetons font totalement défaut, le Mermis aquatilis est une espèce assez abondante. Nous venons de dire qu'il peut s'y développer en parasite d'une larve de Tanypus.

IX. Turbellariés.

Dans sa belle Monographie des Turbellariés (CXII) L. von Graff a émis au sujet du Plagiostoma (Vortex) Lemani, une opinion que je ne puis partager. Il remarque que le Plagiostome du Léman est la seule espèce du groupe des Alloïocèles(2) qui appartienne aux eaux douces, toutes les autres jusqu'à ce jour connues étant marines; il en conclut que cette espèce est un reste de la faune marine qui habitait jadis nos grands lacs d'eau douce, faune d'où est sortie notre faune lacustre moderne.

Mon ami Graff me semble, dans cette phrase, vouloir étendre aux lacs Subalpins du nord des Alpes, où le Turbellarié en question a jusqu'à présent été trouvé, la notion des faunes marines restées dans la profondeur des bassins d'eau douce. Cette faune reléguée (Reliktenfauna des Allemands, fauna relegata des Italiens) existe dans les anciens golfes marins ou fiords transformés en lacs; on l'a constatée avec évidence dans certains lacs de

(1) Potamogeton perfoliatus en particulier.

(2) A côté des deux espèces du genre Bothrioplana découvertes par M. Braun dans un puits de Dorpat, et du Monotus Morgiensis dont je vais parler.

la Scandinavie (Wildgrén, Lovén, Sars), et dans le lac de Garde quelques Crustacés du genre Palaemon semblent en être des traces. Mais déjà dans les lacs Majeur, de Lugano et de Côme les recherches d'Asper, n'ont pas montré de vestiges d'une faune profonde reléguée, différente de celle de nos lacs du Nord des Alpes.

Quant à ces derniers, l'histoire géologique du pays nous force à exclure l'idée d'une continuité entre la faune profonde lacustre actuelle et la faune marine des époques tertiaires, les glaciers de l'époque quaternaire ayant nécessairement détruit tout ce qui aurait pu subsister de ces anciennes faunes. A priori nous devons donc éloigner la probabilité d'espèces marines reléguées dans le fond de nos lacs. L'étude de la faune profonde nous amène au même résultat ; elle nous montre dans l'ensemble des espèces profondes une parenté évidente avec les faunes littorales ou la faune des eaux souterraines. La seule exception que nous ayons pu citer, comme ayant une apparence marine, est le petit genre de très petits Ostracodes, que Vernet a décrit sous le nom d'Acanthopus, et qui se rapproche des Cythéridés marins. Mais nous avons dû faire toutes nos réserves sur la valeur de cette provenance marine, en nous basant sur l'ignorance absolue dans laquelle nous sommes jusqu'à présent au sujet de l'aire d'extension de ces petits Crustacés.

Si encore le Plagiostoma Lemani était une espèce cantonnée uniquement dans la région profonde, son absence de parenté dans les faunes des eaux douces superficielles serait un argument puissant en faveur d'une origine marine directe. Mais cette espèce habite aussi les eaux littorales des lacs ; je l'ai constaté dans le littoral du Léman, G. du Plessis l'a trouvé dans le littoral du lac de Neuchâtel ; on le retrouvera certainement dans les eaux littorales et superficielles du bien d'autres localités quand on voudra l'y rechercher (1). Si comme cela est parfaitement admissible, le Plagiostome du Léman est une espèce marine émigrée dans les eaux douces, il y a lieu de chercher, simplement dans les eaux superficielles, les stations intermédiaires de son émigration ; il est, à ce qu'il me paraît, inutile et improbable d'en faire un exemple d'une faune marine reléguée dans la profondeur de nos lacs subalpins.

Quant à l'Otomesostoma Morgiense, Graff lui trouvait un caractère exotique et anormal dans notre faune lacustre, par la présence de son otolithe, organe qui manque à toutes les autres espèces de la famille ; notre auteur déclarait impossible dans l'état actuel de la connaissance de cet animal, de se prononcer sur la signification de cet organe, est-ce un indice de l'antiquité de l'espèce, ou bien est-ce un fait de retour au type? La détermination plus exacte de O. Zacharias (CLII), adoptée par G. du Plessis, qui le range dans la famille des Monotidés sur le nom de Monotus Morgiensis (CLVI), en fait un second Alloïocèle lacustre à placer à côté du Plagiostoma Lemani, et auquel les mêmes rai-

(1) C'est une espèce très répandue; nous la connaissons déjà dans la faune profonde de tous les grands lacs jusqu'à présent étudiés, à l'exception des lacs de Joux, de Walenstadt, de Constance (où on le trouvera certainement quand on en fera de ce dernier lac une étude convenable) et des lacs italiens.

sonnements s'appliqueraient. Au sujet de cet animal, je remarquerai encore qu'il n'est pas spécial à la région profonde, et que je l'ai retrouvé dans le littoral du Léman; qu'il n'est pas spécial au Léman, que je l'ai retrouvé dans la région profonde des lacs de Zurich, de Neuchâtel, de Bienne, d'Annecy, etc. (1).

§ XII. Animaux absents de la faune profonde.

Il semble que la difficulté des recherches zoologiques dans la région profonde des lacs, ne doit pas permettre d'affirmer l'absence de certaines espèces, car une découverte heureuse annulerait à ce point de vue tous les résultats négatifs, sur lesquels je puis me fonder. Cependant mes draguages dans le Léman, dans les environs de Morges, sont assez nombreux pour que j'ose être affirmatif au sujet de quelques espèces de grande taille, ou dont les débris seraient très répandus; je suis sûr qu'elles n'auraient pas échappé à mon attention.

Ces espèces absentes sont peu nombreuses; en général la faune profonde possède à peu près toutes les espèces littorales, modifiées ou non, telles que je les ai énumérées dans l'étude de la faune littorale. Je signalerai seulement l'absence dans la faune profonde des espèces suivantes:

1° Les Insectes à l'état parfait, Haemonia equiseti, Sigara Lemani; les larves de Névroptères, larves de Tinodes, qui se fixent aux bois et aux pierres de la rive, larves d'Ephémérides qui marchent et nagent sur le limon etc.

Ces larves d'Ephémérides sont les seuls insectes dont l'absence m'étonne, dans la région profonde; il est assez étrange en effet d'y trouver en grande abondance les larves de Chironomides, lesquelles n'ont pas de branchies proprement dites et semblent ainsi moins bien adaptées à la vie aquatique, tandis que les larves d'Ephémérides, avec leurs belles houppes branchiales, si bien organisées pour vivre dans l'eau, ne descendent pas dans la profondeur. La seule explication que je sache trouver dans cette différence entre les deux groupes de larves se tire de l'hypothèse émise plus haut d'une reproduction pédogénétique des larves de Chironomides, qui leur permettrait de se multiplier dans la profondeur sans aboutir à l'état d'insecte parfait. Les autres larves qui n'auraient pas cette faculté ne sauraient faire partie de la faune profonde.

2° Astacus fluviatilis. L'Ecrevisse n'habite dans la beine que la région pierreuse des ténevières. Il ne trouverait plus dans la plaine vaseuse des grands fonds les conditions d'habitat qui lui sont nécessaires.

---

(1) Je dois cependant ajouter que la détermination de l'animal, dans ces lacs étrangers, n'est pas absolument certaine; car je l'ai reconnu simplement à ses allures, à l'œil nu, et à son apparence à la loupe. Je n'ai pu le soumettre à l'étude microscopique qui seule aurait constaté la présence caractéristique de l'otolithe.

3° Les Planorbes sont relativement rares dans la région littorale. Le Pl. albus vit caché sous les pierres des ténevières de la beine où il mène une vie nocturne. Je n'ai jamais trouvé ni un animal vivant, ni une coquille de ce genre dans la région profonde.

4° Les Ancyles manquent aussi à la région profonde ; je l'attribue à l'absence de corps solides contre lesquels ces Mollusques doivent prendre insertion.

5° Les Naïades font absolument défaut dans la faune profonde. Je n'ai jamais trouvé dans mes draguages profonds du Léman une Anodonte vivante, ni une valve, ni même un fragment de valve, quelque petit soit-il, d'Anodonte morte. Ni Asper ni moi n'avons vu trace d'une Anodonte ou d'un Unio dans la région profonde des autres lacs subalpins.

Cette absence, qui semble fort bien démontrée, est très étonnante. En effet les Naïades sont des animaux limicoles, qui trouveraient dans la région profonde des conditions de sol identiques à celles des fonds vaseux qu'elles affectionnent ; d'une autre part, s'il est un groupe d'animaux aquatiques dont la dissémination semblerait facile, ce sont les Naïades, dont les larves sont si nombreuses, et qui présentent un fait intéressant de parasitisme temporaire, lequel doit favoriser singulièrement leurs migrations passives. J'ai décrit autrefois (CXIV), et M. Braun alors à Wurzbourg a plus tard suivi dans un développement ultérieur (CXV), la manière dont les embryons de Naïades passent un temps dans des kystes épidermiques, sur la peau des poissons. Les larves d'Anodonte, expulsées de la branchie de la mère, qui leur a servi de poche incubatrice pendant des mois, tombent sur le sol où elles déploient le long fil de leur byssus, lequel flotte librement dans l'eau ; ou bien elles sont entraînées par un mouvement de l'eau et restent suspendues par ce byssus, aux rameaux des plantes aquatiques. Un poisson, en passant, accroche le byssus, et l'embryon, entraîné à sa suite, adhère à l'épiderme de la peau ou des nageoires qu'il irrite ; il se produit autour de la larve de Naïade, un petit kyste épidermique dans lequel elle reste enfermée pendant plusieurs mois (1). Pendant ce temps le poisson transporte au loin la jeune Anodonte, et il la dépose en un point, peut-être fort distant du lieu de sa naissance. La dissémination de ces Mollusques est donc des plus faciles.

Or les poissons quittant le littoral dans leurs migrations annuelles pour descendre dans la région profonde, il semblerait tout naturel que les Anodontes, emportées par eux, se développassent dans la vase des grands fonds, et au premier abord nous pourrions nous attendre à trouver, avant tout, les Naïades abondantes dans la faune profonde. Il n'en est rien ; elles y font absolument défaut. Comment expliquer ce fait ? Y a-t-il une cause, à nous inconnue, qui s'oppose à leur développement dans les profondeurs, ou qui ne permette pas la succession nécessaire des différentes phases parasitaires ou libres de leur vie aux divers âges ? Ou bien devons-nous en chercher la raison dans l'époque relative de la migration des poissons qui ne correspond pas à la saison de la vie parasitaire des Naïades ? C'est au printemps que j'ai observé les larves des Naïades enkystées sur les poissons

(1) Deux ou trois mois d'après Braun.

du Main à Wurzbourg, ou sur ceux de Morges au lac Léman ; c'est en automne ou au commencement de l'hiver qu'a lieu la migration des poissons littoraux qui quittent la beine pour aller habiter la zône supérieure de la région profonde ; il suffirait que les larves d'Anodontes aient déjà fini, à cette saison, leur stage parasitaire pour que le transport dans la profondeur ne pût avoir lieu par ce procédé.

Je n'ai pas les éléments nécessaires pour répondre à ces questions (1).

6° Hirudinés. Les Clepsine et Nephelis sont fort abondantes dans la beine ; elles manquent dans la profondeur, où elles ne trouvent pas les pierres sous lesquelles elles se fixent pour y passer la journée, et sur lesquelles elles s'appuient pour leurs chasses nocturnes.

7° *Eponges.* La Spongilla lacustris est commune sur les bords de notre lac, où je la connais sur les pilotis et les pierres des quais de Morges et sous les pierres de la beine littorale (2). G. du Plessis l'a observée à l'extrémité orientale du lac.

En revanche les éponges n'existent pas dans la région profonde du lac ; je ne les ai jamais trouvées ni à l'état vivant, ni sous la forme de débris, de gemmules ou de spicules siliceuses, dans le limon ou dans le feutre organique. Ce n'est pas inhabileté de ma part, car j'ai bien su trouver une fort jolie espèce rosée, vivant dans la région profonde du lac de Joux (20 m. de fond) fixée sur les polypiers des Paludicelles ; ou bien, lorsque j'ai étudié les limons dragués dans les lacs d'Arménie par A. Brandt (xxxviii), j'ai immédiatement reconnu les spicules d'éponges disséminées dans le feutre organique. Je n'ai jamais rien constaté de semblable dans la région profonde du lac Léman, et je dois par conséquent déclarer les Spongiaires absents de la faune profonde de ce lac (3).

C'est assez étrange, car les éponges ne semblent pas craindre les profondeurs des lacs et des mers. Je viens de citer le cas du lac Goktschaï en Arménie, où du limon dragué par 34 et 72 m. de fond contenait un nombre considérable de spicules d'éponges ; on sait d'autre part les nombreuses et belles espèces d'éponges trouvées dans la région profonde des divers océans dans tous les draguages des dernières années.

J'ai pensé un moment à expliquer cette absence dans notre lac en la rapportant aux faits de symbiose, entre les éponges et les algues cellulaires (Zoochlorella de K. Brandt). La forme littorale de notre Spongilla est presque toujours d'un beau vert, et la lumière semble nécessaire au développement de cette chlorophylle. Mais depuis que j'ai trouvé sous les pierres de la beine, dans une position où la lumière ne saurait atteindre, des plaques très vivantes de spongilles d'un blanc jaunâtre, c'est-à-dire privées de chlorophylle, la nécessité de la symbiose avec des Algues chlorophyllées est réfutée pour notre Spongille du Léman. Cette hypothèse nous fait donc défaut.

---

(1) Les Cyclas font absolument défaut à la faune profonde. Je ne sais comment expliquer l'absence de ces animaux limicoles.

(2) Il est vrai qu'elle semble parfois disparaître. Pendant toute l'année 1882, je l'ai cherchée en vain pour répondre aux demandes qui m'en étaient faites ; je la retrouve au printemps de 1884.

(3) L'éponge lacustre est aussi absente de la faune profonde des autres lacs Subalpins.

L'explication, plus simple, que j'adopterai, résulte de l'absence dans la région profonde des corps solides, sur lesquels la Spongilla lacustris prend son insertion. Dans le lac de Joux l'éponge a su suppléer à cette absence en s'établissant sur les polypiers fort élevés des Paludicelles, qui lui ont fourni un point de départ pour s'y développer en boule. Dans le Léman elle n'a pas trouvé la même ressource dans les polypiers des Fredericelles, qui sortent à peine du limon.

— Telle est la liste des espèces dont je crois pouvoir affirmer l'absence dans la région profonde du lac Léman. Pour les autres lacs les matériaux que je possède ne sont pas assez nombreux pour que j'ose en établir de semblables.

De cette liste je tire une notion générale très simple. Je la formulerai comme suit: «Ce sont les espèces fixées aux corps solides, aux plantes, aux pierres et aux bois, celles qui se cachent sous les pierres, ou habitent dans le gravier qui font défaut à la faune profonde; ce ne sont que les espèces limicoles, ou qui savent s'accommoder à l'habitat dans la vase ou le limon, qui ont pu s'établir dans la région profonde, essentiellement limoneuse ou vaseuse. La faune profonde est donc composée uniquement d'espèces limicoles. »

§ XIII. Comparaison de la faune profonde marine avec la faune profonde lacustre.

Que l'eau soit douce, ou qu'elle soit salée, les relations entre le monde vivant et le monde inorganique sont régies par les mêmes lois; aussi les faits biologiques sont-ils, dans leurs grands traits, les mêmes dans la mer et dans les lacs d'eau douce. L'étude des habitants de la mer, qui a été entreprise avec tant d'ardeur et de succès, dans les vingt dernières années par les naturalistes Scandinaves d'abord, puis par les Américains, les Anglais, les Allemands, les Italiens et les Français, a révélé dans les fonds des océans des faits très analogues à ceux que nous venons de constater dans nos lacs. Je vais en quelques lignes montrer le parallélisme des faits biologiques dans les eaux marines et dans les eaux douces.

Dans la mer, comme dans les lacs, il faut distinguer au point de vue biologique trois régions: la région littorale, la région pélagique et la région profonde; toutes les trois sont habitées par des animaux formant des faunes distinctes, avec groupement particulier des espèces et caractères propres des organismes. Quant à la vie végétale, elle est nulle ou très réduite dans la région profonde, et nous n'avons à distinguer qu'une flore littorale et une flore pélagique.

Les faunes littorales, aussi bien les lacustres que les marines, sont très diversifiées, très riches en espèces, très abondantes; les conditions de milieu étant fort variées, des animaux de mœurs très diverses trouvent à y vivre facilement; les conditions de milieu étant fort variables, les animaux, soumis à une grande agitation mécanique et moléculaire, sont robustes, bien nourris, bien armés, bien pigmentés.

Les faunes pélagiques, aussi bien la lacustre que la marine, sont composées d'animaux nageurs, transparents, à mœurs crépusculaires; leurs migrations diurnes les amènent pendant la nuit à la surface, et les font descendre pendant le jour dans les couches profondes, à la limite de la lumière.

Les faunes profondes, aussi bien la lacustre que la marine, sont assez riches en espèces; tous les groupes d'animaux limicoles y ont des représentants; mais vu la nature du sol, ce ne sont que les animaux limicoles qui s'y retrouvent. Le nombre des espèces augmente à mesure que l'on s'adresse à des profondeurs moindres; dans la zône supérieure il y a mélange avec les faunes littorales. L'absence de corps solides amène l'absence d'animaux fixés, autres que ceux qui prennent insertion dans le sol. Ces faunes sont l'une et l'autre remarquablement uniformes, les conditions de milieu étant partout à peu près identiques; les seules différences importantes qu'on y remarque sont causées par la profondeur. Les animaux des faunes profondes se nourrissent essentiellement aux dépens de la faune pélagique, et indirectement aux dépens de la flore pélagique qui, dans un milieu éclairé, élabore la matière organisée.

D'une manière générale le parallélisme est complet entre les faunes marines et les faunes lacustres. Mais si l'analogie est grande il n'y en a pas moins des différences que je résumerai comme suit:

1° Les faunes lacustres sont beaucoup moins riches en espèces que les faunes marines.

2° Les dimensions des animaux lacustres sont plus petites que celles des animaux marins. — Ces deux faits, déjà connus pour les faunes littorales, sont vrais aussi pour les faunes pélagiques et profondes.

3° Les limites des diverses faunes sont beaucoup plus réduites dans les faunes lacustres que dans les faunes marines. Ainsi, par ex., on peut établir à 50 brasses, soit 90 m., la limite entre la faune littorale et la faune profonde dans l'océan; dans nos lacs, cette limite n'est qu'à 25 ou 30 m. de profondeur. Dans l'océan on compte comme appartenant à la région littorale une bande de terrain s'éloignant de quelques kilomètres des côtes; dans nos lacs la largeur de cette bande littorale n'est que de quelques centaines de mètres. La zône supérieure de la région profonde, celle qui est richement peuplée, celle où les animaux littoraux se mélangent encore avec les espèces abyssales, s'étend dans nos lacs entre 25 et 70 m.; dans l'océan elle est entre 50 et 200 mètres. Pour les naturalistes du Challenger tous nos lacs, même les plus larges, même les plus profonds, appartiendraient dans toute leur étendue à la région littorale; et cependant nous avons dû reconnaître dans ces lacs une région profonde bien caractérisée. Autre détail, qui montre, dans un autre groupe de faunes, la même réduction des proportions pour les animaux lacustres: Dans leurs migrations diurnes les entomostracés de la faune pélagique lacustre vont chercher à 10—20, ou peut-être à 50 m., la région à demi obscure dans laquelle ils se plaisent; cette même migration a lieu pour les pélagiques marins, mais c'est à 50—100 et 200 m. qu'ils descendent chaque jour.

L'unité à employer pour la mesure des faits analogues dans les deux milieux est différente. Dans nos lacs tout est réduit, taille des animaux, nombre des espèces, aires de leur habitat et de leurs migrations. Ces différences proviennent essentiellement des dimensions relatives des bassins dans lesquels les animaux sont appelés à vivre; c'est l'exagération du fait que nous avons constaté dans les lacs, que, plus le bassin est grand, plus les dimensions proportionnelles sont considérables.

4° Nous avons maintenant à mentionner des différences plus essentielles, qui se lient à l'histoire même de la terre, et des bassins d'eau en question.

Dans les faunes profondes des lacs Subalpins, nous ne trouvons que des types identiques, ou presques identiques, à ceux des faunes littorales ou de la faune des eaux souterraines, dont ils sont directement descendus; nous n'y voyons rien de date antérieure à l'époque glaciaire; notre faune profonde lacustre est essentiellement moderne. Il n'en est pas de même de la faune profonde marine. Dans l'histoire des océans il n'y a point eu de révolution analogue à notre époque glaciaire, qui, à un moment donné, ait éteint la vie et supprimé les types anciens. Aussi voyons-nous dans la faune profonde marine subsister des espèces, des genres, des familles, d'habitus et de caractères antiques, datant des époques antérieures, des types de l'époque tertiaire, de l'époque secondaire même, des types absolument disparus des faunes superficielles actuelles. A côté de ces types archaïques on constate des espèces relativement plus modernes, émigrées plus récemment dans la profondeur, et dont le parentage se retrouve dans la région littorale actuelle. Tandis que la faune profonde des lacs de la région Subalpine est essentiellement moderne, la faune profonde marine est un mélange de types modernes, d'émigration récente, et de formes archaïques datant des époques géologiques antérieures.

J'insiste ici sur une réserve nécessaire; je ne parle en fait de faunes lacustres que de celles des régions Subalpines. Nous allons voir que dans d'autres lacs, qui ont plus ou moins échappé à l'époque glaciaire, ou qui n'ont été séparés des mers que dans des temps peu anciens, il y a dans leur région profonde, comme dans celle de l'océan, des restes des faunes antiques. Ces faunes antiques peuvent être des faunes lacustres datant de l'époque tertiaire, ou bien des faunes marines reléguées dans les eaux douces.

5° La mer est en communication directe dans toutes ses parties; les océans se versent les uns dans les autres, et les animaux passent plus ou moins librement d'un bassin à l'autre. Ainsi s'explique la grande uniformité de la faune profonde marine. Les seules limites dans ces communications et ces mélanges proviennent des barres sous-marines, qui séparent les cuvettes profondes des divers bassins, et qui sont un obstacle à la libre émigration d'une région profonde à l'autre. Ainsi la barre du détroit de Gibraltar n'a que 200 m. de profondeur, tandis que l'on connaît des profondeurs de 5000 m. dans la Méditerranée et dans l'Atlantique, vis-à-vis du Portugal; le Sund qui réunit la mer Baltique à la mer du Nord est encore bien moins profond, il n'a guère que 20 m.; il est vrai que la mer Baltique elle-même a très peu de profondeur, son maximum ne dépassant pas 300 m.

Mais même dans ces cas l'isolement n'est pas complet, et il peut passer des animaux ou des germes d'une mer dans l'autre. Dans les lacs, il en est autrement; les régions profondes des divers lacs sont absolument séparées les unes des autres; il n'y a entr'elles communication ni directe ni indirecte, il n'y a pas de migration possible de l'une à l'autre. La région profonde de chaque lac est donc à ce point de vue un centre de création comme l'auraient dit les anciens naturalistes, un centre de différenciation, comme nous le disons aujourd'hui, distinct et séparé. Les variétés animales qui s'y différencient sont, au point de vue généalogique, absolument séparées les unes des autres, dès l'instant où elles ont émigré dans la profondeur. Il y aurait donc possibilité de faire, sur la faune profonde lacustre, des études probablement fructueuses, sur la différenciation des types animaux, études qui ne seraient pas légitimes dans les bassins communiquants de l'Océan. (1)

§ XIV. Géographie zoologique.

Nous avons des observations sur la population animale de la couche profonde d'une vingtaine de lacs de la région Subalpine. Ces lacs sont chacun dans des conditions spéciales. Y a-t-il moyen de reconnaître dans les différences qui séparent les populations l'effet de ces conditions spéciales? Telle est la question que je dois étudier à présent. Malheureusement notre statistique zoologique est encore trop incomplète pour que nous puissions en tirer toutes les conclusions nécessaires; plutôt que de bâtir un édifice sur des matériaux insuffisants, je préférerai m'abstenir pour le moment et renvoyer ces comparaisons à des recherches ultérieures. Voici les points principaux qui intéressent ce travail:

1° *La latitude des lacs.* La différence de latitude est trop peu importante dans notre région Subalpine pour que nous puissions en reconnaître les effets. Entre le Bourget, le

(1) Dans un fort intéressant article sur les faunes des lacs Alpins (cxxx), H. von Ihering a cherché si, en se basant sur nos faunes profondes, il n'y aurait pas moyen de juger entre les deux écoles de naturalistes, les monogénistes et les polygénistes. Les premiers, aussi bien les adeptes des anciennes écoles des créations spéciales, s'il y en a encore, que certains évolutionnistes, veulent que chaque espèce ne descende que d'un seul couple; les derniers admettent la possibilité de plusieurs familles originales, ayant abouti à la même forme spécifique. Ihering remarque que, dans deux lacs différents, Clessin a constaté la même espèce, Pisidium Foreli, et, admettant avec moi l'indépendance absolue de la différenciation, il s'appuie là-dessus pour combattre les opinions des monogénistes.

Pour mon compte, je me range sans hésitation à la doctrine polygéniste ainsi entendue. Je crois, pour prendre mon exemple dans notre sujet d'étude, que dans la région profonde de chaque lac, où pénètrent des individus de la même espèce littorale, celle-ci s'adaptant au milieu nouveau, produit une nouvelle espèce, l'espèce abyssale; que cette espèce abyssale arrive à sa perfection au bout d'un nombre suffisant de générations. Que ces procès de différenciation isolés donnent des variétés locales, parfois distinctes, cela est évidemment possible; cela arrive, nous l'avons vu. Mais que ces variétés locales, qui ne sont guère que des familles séparées temporairement de leurs congénères, puissent se ressembler morphologiquement, cela est aussi possible, et pour autant que je l'ai constaté, cela arrive fréquemment.

lac le plus méridional, et le lac de Zell, le plus septentrional, il y a moins de 2° de différence en latitude, environ 215 kilomètres.

2° *La région géographique* à laquelle appartient le lac. Sous ce rapport nous pouvons distinguer dans la région subalpine suisse six sous-régions: les Alpes de Savoie, les Alpes bernoises, les Alpes centrales, les Alpes grisonnes, le plateau Suisse et la région insubrienne (lacs italiens). Les cinq premières de ces sous-régions sont au point de vue zoologique dans des conditions assez semblables pour que nous les réunissions en un groupe, et que nous opposions les lacs du nord des Alpes, aux lacs du sud des Alpes. Les différences faunistiques importantes qui séparent l'Italie de nos régions transalpines, se font-elles sentir dans la faune profonde lacustre?

Nous n'avons pour répondre à cette question que les recherches d'Asper, et les catalogues d'espèces qu'il nous a donnés ne suffisent pas à donner une solution complète du problème. Voici ce que je crois pouvoir en tirer:

a. Dans leurs traits généraux les faunes profondes des trois lacs Insubriens, le Verbano, le Ceresio et le Lario, sont analogues de celles du Nord des Alpes. Les animaux qu'Asper y a dragués sont les mêmes que ceux qu'il a rencontrés dans ses recherches du Nord des Alpes; au point de vue générique il n'indique qu'un animal nouveau: «Un Bryozoaire dont les polypiers rappellent ceux des Frédericelles, mais qui sont plus fins et plus transparents.» Pour les autres je ne reconnais rien, dans sa description, qui diffère notablement des faunes profondes à moi connues.

b. En particulier, il n'y a rien qui rappelle, par son habitus marin, les restes d'une faune reléguée. On sait que dans le lac de Garde un Palaemon lacustris et quelques espèces de poissons de types marins sont considérés comme étant les survivants d'une faune marine, abandonnée derrière les barrières qui ont séparé de la mer le golfe d'eau salée du lac de Garde; les eaux salées se sont avec le temps transformées en eaux douces; les espèces marines se sont adaptées à l'habitat de ces eaux et sont devenues des espèces d'eau douce à type marin; c'est ce qu'on appelle la faune reléguée (fauna relegata, Reliktenfauna). Or les travaux de Stoppani attribuent aux grands lacs Insubriens la même origine qu'au lac de Garde; il était donc possible, je le considérais même comme probable, que l'on y trouvât dans les profondeurs les indices d'une faune marine reléguée. Les recherches d'Asper n'ont pas confirmé ces espérances, et rien dans les animaux qu'il y indique ne semble montrer une origine marine. (1)

c. Mais si les traits généraux de la faune profonde sont les mêmes dans les lacs Insubriens, que dans nos lacs Transalpins, cette similitude se poursuit-elle dans les détails? Nous savons que dans leurs grandes lignes les faunes lacustres sont partout semblables, dans le même continent du moins, que d'un pays à l'autre dans les stations analogues on

(1) Dans un travail récent le prof. P. Pavesi, de Pavie, cherche à démontrer que l'Alosa vulgaris du lac de Lugano serait une espèce marine reléguée dans ce lac. (CXXIX)

trouve le même groupement d'animaux en général; dans les mêmes conditions on rencontre les mêmes genres. Mais si les genres sont semblables, les espèces ou au moins les variétés diffèrent, et d'un lac à l'autre, d'une station à l'autre, les noms spécifiques de la faune aquatique sont dissemblables. Il en sera probablement de même pour les faunes profondes des lacs au Nord et au Sud des Alpes; lorsque l'on en viendra à la détermination exacte on trouvera des différences spécifiques dans les types analogues. Mais je dois noter comme une curiosité la répétition au Nord et au Sud des Alpes de trois espèces:

Le Niphargus puteanus, var. Forelii A. Humbert, est indiqué par Asper dans le lac de Côme; il se trouve au Nord des Alpes dans les lacs Léman, Neuchâtel, Zurich et Walenstadt.

Le Pisidium miliolum S. Clessin, a été reconnu par cet auteur dans les pêches d'Asper, provenant du lac de Côme, et dans les miennes venant du lac d'Annecy.

La Limnaea Foreli de S. Clessin a été constatée par le même malacologiste dans le lac de Côme (Asper) et dans les lacs Léman et d'Annecy (Forel).

Vérifier ces identités ou constater des différences entre les faunes analogues au Nord et au Sud des Alpes, serait une tâche bien attrayante pour le zoologiste qui l'entreprendrait.

3° *L'altitude* doit jouer un rôle important dans la population lacustre; c'est d'elle que dépendent, d'une part la température des eaux, d'autre part la facilité des abords pour les animaux émigrants de la plaine. Nous avons dans nos lacs suisses des altitudes fort différentes, depuis le Verbano (197 m.) au lac de Sils (1796 m.) différence d'altitude 1600 m.

Si je réunis ensemble, dans les lacs qui nous sont connus, ceux que je puis appeler lacs de montagne, je ferai rentrer dans ce groupe le lac du Klönthal (804 m.), les lacs d'Engadine, Silvaplana (1794 m.) et Sils (1796 m.). D'après les catalogues d'Asper, ces lacs de forte altitude possèdent encore des Pisidies, des Frédericelles et des Chétopodes du genre Lumbriculus. Dans le Klönsée il cite encore quelques Mésostomes; dans le lac de Sils, après avoir indiqué des larves de Diptères, il note l'absence des Hydrachnides, des Planaires, des Mermis, des Ostracodes, et met la rareté des espèces profondes en opposition de la richesse de la faune littorale.

S'il était permis de tirer des conclusions de recherches aussi fragmentaires, je dirai que dans les lacs de montagne la faune présente les mêmes caractères que dans les lacs de plaine; mais que le nombre des espèces est notablement réduit.

Cette pauvreté des espèces ne doit, du reste, pas être attribuée nécessairement à l'altitude car nous la retrouvons dans des lacs de plaine, le Walensée (425 m.) et même le Bourget (235 m.).

4° La *grandeur du lac.* Je réunis sous ce titre les trois facteurs, de la superficie, de la profondeur et du volume des lacs, ces trois éléments variant en général ensemble et dans le même sens.

Y a-t-il un effet direct des dimensions des lacs sur leur faune? Cet effet est très évident dans les faunes littorales. Plus le lac est petit, plus il se rapproche d'un étang

ou d'un marais, moins il présente d'agitation mécanique, plus sa faune se relie par ses caractères à la faune palustre ; au contraire plus le lac est grand, plus l'habitus lacustre des formes littorales devient apparent.

Mais cette effet est beaucoup moins nettement marqué dans la faune profonde. Comme nous l'avons vu, les conditions de milieu de la région profonde, éloignée des agitations mécaniques de la surface, sont très peu différentes, toutes choses égales, dans un grand et dans un petit lac ; il y a donc probabilité de peu d'effet de ces différences.

On pourrait se demander cependant si l'influence de la grandeur du bassin ne se ferait pas sentir directement sur la taille des animaux qui l'habitent. Dans ses jolies expériences sur les Limnées, C. Semper (CXVI) a montré que des animaux, nés de la même ponte, atteignaient dans la même durée de temps des dimensions beaucoup plus grandes, quand ils étaient élevés dans un bocal plus grand que dans un bocal plus petit. Cette influence, à mon avis, ne peut pas se faire sentir dans des lacs qui, quelque peu étendus qu'ils soient, sont des bocaux infiniment grands par rapport aux très petits animaux qui les habitent.

Bien loin que la taille des animaux de la faune profonde s'accroisse dans le même sens que les dimensions des lacs, je crois au contraire avoir observé des variations de proportions inverses. Pour quelques animaux sur lesquels les comparaisons sont possibles, j'ai constaté une diminution de la taille dans les plus grands lacs. C'est ainsi que les Frédericelles des petits lacs, lac de Silvaplana (Asper), lacs d'Annecy et des IV-Cantons (Forel) ont des polypiers beaucoup plus grands, plus rameux, plus branchus que ceux des grands lacs, Neuchâtel, Léman ; c'est ainsi que l'Asellus aveugle du lac d'Annecy est plus grand que celui du Léman ; c'est ainsi que les Pisidies des petits lacs sont plus grandes que celles des lacs Léman et de Walenstadt. J'essaierai d'expliquer ce fait par la différence d'alimentation ; dans un petit lac les substances nutritives doivent être relativement plus abondantes que dans un grand lac, par suite de l'importance plus grande de la région littorale, où s'élaborent les matières organisées.

Il est un autre point de vue pour lequel la grandeur du lac pourrait peut-être se faire sentir sur la population animale ; c'est dans les limites des aires des faunes diverses. Le facteur important qui préside à la séparation des régions, est la lumière, nous l'avons vu plus haut ; mais les autres conditions de milieu, variables elles-mêmes, n'en ont pas moins une certaine action dans l'établissement des caractères constitutifs des régions. Le calme absolu est un de ces caractères fondamentaux de la région profonde ; la limite de l'action effective des vagues et des courants interviendra pour quelque chose dans la délimitation de la région profonde. Or dans les lacs les mouvements mécaniques sont d'autant plus puissants que le lac est plus grand ; dans un grand lac, l'eau sera agitée bien plus profondément que dans un petit, et à ce point de vue il y a tendance à voir diminuer l'épaisseur de la zône littorale dans un petit lac, à voir augmenter cette épaisseur dans un grand lac. Mais je dois ajouter que cette tendance est peu apparente et difficile à mettre en évidence.

5° *Profondeur.* En définissant un lac au commencement de cette étude nous avons indiqué la notion de profondeur comme caractérisant le lac et le séparant du marais. Il est évident qu'un lac trop peu profond n'est pas un lac ; au sens biologique du mot. Un lac dont toute la région centrale est assez peu profonde pour que les herbes aquatiques puissent s'y développer partout, un lac qui n'aurait point de région obscure, point de région froide, n'aurait pas de région profonde dans le sens que nous avons attribué à ce mot ; un lac dont la profondeur serait assez faible pour que les entomostracés pélagiques ne pussent pas y accomplir leurs migrations verticales diurnes, n'aurait pas de véritable région pélagique ; un tel lac serait dans toute son étendue une vaste région littorale, ce ne serait pas un lac — au sens biologique du terme, répétons-le, car à d'autre points de vue, la question se présenterait peut-être différemment. Faudrait-il appeler un tel lac un marais ? Cette appellation pourrait se discuter.

Quelle est la profondeur à laquelle un bassin d'eau douce mérite de recevoir le nom de lac ? Un lac de 8 m. de profondeur, comme le lac Trasimène, ou le lac de Mantoue, en Italie ; un lac qui a une profondeur moyenne de 3 à 4 m. comme le lac Neusiedl en Hongrie, sont-ils des lacs ? C'est une question que je ne veux pas discuter en l'absence d'exemples dans notre région Subalpine. Elle mériterait cependant d'être étudiée attentivement : mon ami Pavesi y trouverait peut-être la clef des différences qu'il signale entre la faune des entomostracés pélagiques de quelques-uns de ces soi-disant lacs, et celle des bassins plus profonds qui, pour moi, sont seuls des lacs.

§ XV. Faune profonde des lacs en dehors de la région Subalpine.

Il serait fort intéressant de faire une comparaison entre la faune profonde des lacs Subalpins, avec ceux d'autres régions, d'étudier par les différences entre les populations animales, l'effet des conditions spéciales à notre région du centre de l'Europe, de mettre en regard les faunes analogues de bassins lacustres situés sous d'autres latitudes, à d'autres altitudes, sous d'autres climats. Il serait particulièrement instructif de rechercher, par la comparaison avec d'autres lacs, les effets de l'envahissement des glaces à l'époque glaciaire, qui caractérise notre région Subalpine. Un lac qui n'aurait pas été comblé temporairement par les glaciers alpins, dont la faune pourrait descendre directement des faunes tertiaires, et aurait conservé les caractères archaïques que l'on trouve à la faune marine, nous offrirait une faune profonde singulièrement intéressante, et sa comparaison avec les nôtres serait de la plus grande importance. Malheureusement les observations que j'ai en ma possession sont bien peu nombreuses et bien incomplètes. Voici celles que je suis en mesure de citer.

I. Lac de Starnberg (Bavière).

Nous avons d'abord à signaler les études faites sur la faune profonde de ce lac, lequel étant dans le domaine de l'ancien glacier de l'Isar, appartient à la région Subalpine,

telle que je l'ai définie ; il est en dehors des limites géographiques que j'ai adoptées au commencement de ce travail ; il rentre dans le groupe des lacs de Bavière et d'Autriche.

Le Wurmsée, ou lac de Starnberg, est situé par 47° 50′ lat. nord ; sa superficie est de 54 km. carrés ; sa profondeur de 83 m. ; son cube approximatif de 1394 millions de mètres cubes. Son altitude est de 584 m. ; il est donc plus élevé qu'aucun des grands lacs Subalpins suisses.

Les premières recherches sur la faune profonde du Wurmsée sont dûes au Dr. L. Graff ; il voulait étudier le Vortex Lemani que G. du Plessis venait de décrire, et je ne parvenais pas à lui faire parvenir des exemplaires vivants de ce curieux Turbellarié ; tous mes envois avaient échoué ; je lui donnai le conseil de le chercher dans ce lac, le plus rapproché de Munich. Le 15 août 1875 un draguage opéré entre 25 et 30 m., lui ramena des paquets de Characées, et là-dedans une Clepsine, des Daphnies, des larves d'Insectes, des Gastéropodes et 8 exemplaires du Vortex Lemani.

En 1876 le Dr. A. Pauly de Munich fit un certain nombre de draguages entre 15 et 25 m. qui lui donnèrent entr'autres : Limnaeus tumidus Held, var. fragilis Clessin, L. ovatus Drap., L. stagnalis L. var. Paulii Cl., Paludina vivipara et Bythinia tentacula. C'est sur ces Limnées que Pauly fit ses recherches sur la respiration aquatique des Mollusques pulmonés (xcii).

A l'occasion de la session de la société des naturalistes allemands réunie à Munich en 1877 j'eus l'honneur d'être invité à diriger une expédition de draguages dans le Wurmsée ; le 21 septembre, la section de zoologie se transporta à Tutzing, et je pus pratiquer quelques draguages entre 30 et 60 m. devant Weismann, Eimer, Hasse, Clessin, L. Graff, Fr. Spangenberg, Hermann et autres zoologistes. Nous trouvâmes la faune caractéristique de la région profonde : larves de Chironomides avec leurs tubes, Tubifex, Saenuris velutina, un petit Nématoïde, deux espèces de Pisidies que Clessin a appelées Pis. conventus et Pis. submersum, un Ostracode, Vortex Lemani, etc.

Au mois d'octobre de la même année le Dr. Fr. Spangenberg de Munich continua ces recherches et constata en plus deux Planaires, puis Eurycercus lamellatus et un Niphargus aveugle (iv).

Je dois au Dr. Spangenberg communication obligeante des échantillons des faunes lacustres de ce lac, déposés dans les collections zoologiques de Munich par lui-même et par le Dr. Pauly ; j'ai pu vérifier ainsi ce que j'avais déjà reconnu dès notre expédition de septembre 1877, à savoir que la faune de ce lac ressemble complétement dans ses traits généraux à celle que j'ai trouvée dans les lacs de la région Subalpine suisse. Je ne saurais comment les séparer.

Un seul point diffère de ce que je connais ailleurs, la grande profondeur, 25 et 30 m. à laquelle soit Graff, soit Pauly ont encore trouvé les gazons des Characées.

II. Lac de Joux (Jura vaudois).

Ce lac appartient à la Suisse par sa position géographique, mais étant en dehors des limites du grand glacier du Rhône, il échappe à la région Subalpine, telle que je l'ai définie. Situé en dehors du domaine du glacier alpin, qui arrêtait ses moraines au-dessus de Vaulion, le lac de Joux a cependant été soumis à l'action glaciaire. De petits glaciers avaient pris naissance sur le Jura; on en voit les stries sur le roc calcaire de Pétrafélix par ex., et les cailloux striés près de la source de la Lionne; il est cependant probable que ces glaciers jurassiques étaient peu considérables et peu épais.

Voici les données géographiques de ce lac : Latitude N. 46° 38. Altitude 1009 m. Superficie 9.3 km^2. Profondeur maximale 25 m. Cube approximatif, d'après la formule utilisée plus haut, 77 millions de m^3.

Ce petit lac, creusé dans une combe de terrain calcaire, a son sol formé d'un limon éminemment calcaire; c'est un limon assez vaseux, peu consistant, d'une couleur gris jaunâtre sale; des échantillons dragués dans la partie Nord, connue sous le nom de lac Brenet, ont presque une apparence terreuse; desséché, il est friable, presque pulvérulent.

Il est un fait intéressant, que je n'ai jusqu'à présent rencontré que dans ce lac; au milieu de ce lac peu profond, par 20 ou 25 m. de fond s'élèvent une douzaine d'éminences sous-lacustres connues sous le nom de Monts; elles sont coniques, aplaties au sommet, mesurent quelques cinq ou dix mètres de diamètre dans leur partie supérieure, qui s'élève presque jusqu'à la surface de l'eau. Je ne connais ni l'origine, ni la composition du noyau de ces monts; mais leur sol, accessible à la drague, a une nature toute particulière. C'est un dépôt organique. La craie blanche qui le forme est composée presqu'uniquement de débris de l'incrustation calcaire qui revêt les tiges, les aiguillons et les rayons verticillaires des Charas.(1) Ces débris, plus ou moins fragmentaires, sont noyés dans une poussière, qui provient évidemment de leur trituration. Quelques coquilles de Mollusques sont enchâssées dans cette masse calcaire, dont la nature organique est évidente.

Quelle est l'origine de ces monts? Les Charas végètent dans ce lac, en formant sur les talus des côtes et des monts une couronne presque continue, qui occupe toute la bande limitée par 2 et 3 m. de profondeur à la partie supérieure, et 10 à 12 m. à la partie inférieure. Sur le plancher du lac il n'y en a plus traces. Ces Charas n'ont donc pu bâtir de toutes pièces ces monts sur le fond du lac; ils n'ont pu s'établir que là où ils ont trouvé une éminence préexistante, élevant son sommet jusqu'à moins de 10 m. au-dessous de la surface des eaux.

Mais là où ils ont pu végéter, ils ont d'année en année accumulé leurs débris et travaillé à exhausser le sol. Ils ont évidemment surélevé ces éminences profondes, et leur ont donné leur forme et leur grandeur actuelles. Ces monts sont à ce point de vue absolu-

(1) Chara contraria Al. Braun, var. jubata. Müll. Arg. (XLI).

ment comparables aux îles à coraux, dont le développement présente avec le leur une analogie évidente. Je n'ai cependant pas trouvé dans ces monts du lac de Joux la forme caractéristique des Atolls.

Ce petit lac de Joux, qui n'a que 25 m. de profondeur, atteint à peine les limites de la région profonde. Cependant, loin des bords, au-delà de la zône des gazons de Charas, nous trouvons une grande plaine vaseuse, dépourvue de végétation, habitée par quelques espèces de facies profond. Nous avons étudié ce lac, Du Plessis, Kursteiner et moi-même, à diverses reprises en 1874, 1875 et 1876. Voici d'après nos notes les animaux de ce qu'on peut appeler sa faune profonde.

Larves de Diptères. Hydrachnides Limnesia histrionica Bruz. Nesaea luteola Koch (LXXI). Lynceus striatus. L. macrourus. Cyclops brevicornis(1). Cyclas ... Pisidium .... Clepsine ... Tubifex. Planaire. Monotus morgiensis. Fredericella sultana Blum. Paludicella Ehrenbergii V. Ben. Cette dernière espèce est très richement développée, elle forme de véritables gazons par ses polypiers longs et rameux qui se prennent en touffes aux bords de la drague. Spongilla, blanc rosâtre, en boules ovoïdes de la grosseur d'une noisette, sur les polypiers des Paludicelles.

Un fait intéressant à citer, c'est le grand nombre de Bryozoaires que possède ce lac. Le professeur Du Plessis y a constaté, tant dans la région littorale que dans la région profonde: Fredericella sultana Blum. Paludicella Ehrenbergii Van Ben. Alcyonella fungosa Pallas, Plumatella repens L. Cristatella mucedo Cuvier, plus deux espèces de Plumatella et un Lophopus, non autrement déterminés. Du Plessis, qui a voué aux Bryozoaires suisses une étude attentive, déclare qu'aucune localité du pays n'approche de celle-ci pour sa richesse dans ce groupe d'animaux.

J'avais en 1874 (LXXIX), pour expliquer cette richesse en Bryozoaires, émis l'idée que nous aurions peut-être là, en dehors du domaine alpin, un reste des faunes antiques, conservé dans ce petit lac du Jura. Mais une lettre du professeur A. Jaccard du Locle, répondant à mes questions, m'apprend que la vallée du lac de Joux a été comblée par un glacier propre, indépendant du grand glacier du Rhône. On y trouve partout, surtout près du lac Ter, au Solliat etc., de superbes moraines en miniature. D'après cela, alors même qu'il soit en dehors du territoire subalpin, le lac de Joux a été envahi lui aussi par les glaciers du Jura; et sous ce rapport sa faune a subi les mêmes péripéties historiques que la faune de nos lacs subalpins.

III. Lac de Garda (Italie).

Tandis que les recherches d'Asper ne nous ont montré, dans la profondeur des lacs Majeur, de Lugano et de Côme, rien qui rappelle une faune marine, reléguée dans les eaux douces, il n'en est pas de même du lac de Garde. On y connaît un Palémon. P.

(1) D'après les déterminations de M. H. Vernet.

lacustris E. von Martens, presque identique au P. varians Leach, des mers européennes, puis un poisson appartenant à un genre marin, Blennius vulgaris Pollini; l'on a avec raison conclu, de la présence de ces animaux d'habitus marin, à d'anciennes relations du lac de Garde avec la mer; les espèces marines se seraient petit à petit acclimatées à l'habitat des eaux douces à mesure que le lac se dessalait, par l'apport incessant de l'eau douce des affluents. Ce serait l'indice d'une faune reléguée (CXVIII).

La faune profonde de ce lac n'a pas encore, que je le sache, été étudiée.

IV. Lacs scandinaves.

Les naturalistes suédois et norwégiens ont étudié avec beaucoup d'attention la faune des lacs de leur patrie. Lovén en Suède, G. O. Sars en Norwège, ont travaillé surtout les Crustacés, vers 1860, et ils ont constaté dans la profondeur de leurs lacs, l'existence d'une faune reléguée parfaitement caractérisée. Cette faune (Reliktenfauna) est un souvenir de l'époque où les lacs étaient des fiords en communication avec la mer et possédaient une faune marine. La barre qui a séparé de la mer les fiords, les a transformés en lacs, et l'eau s'est petit à petit adoucie, tellement qu'aujourd'hui elle n'a plus en rien des traces de son ancienne composition; mais la faune marine n'a pas entièrement disparu, une partie des espèces se sont adaptées aux nouvelles conditions, et ces Crustacés restent dans les fonds de l'eau à l'état de faune reléguée.

Je citerai, d'après Sars, les espèces suivantes: Harpacticus chelifer, Copépode marin décrit par Lilljeborg et retrouvé dans un étang d'eau douce près de Christiansund. Deux Ostracodes, du genre marin, Cythere, la Mysis relicta Lovén, le Gammarus cancelloïdes Gerstf. vivant dans le lac Mjœsen par 15 et 20 m. de fond, aussi bien que dans les lacs de la Suède; enfin la Pontoporeia affinis, Amphipode marin a été trouvé dans les lacs Venern, Vettern, et dans les étangs d'eau douce des environs de Christiania (CXVII).

Cette faune marine, reléguée dans des lacs d'eau douce, est quelque chose d'inconnu dans notre région subalpine, à moins que les Acanthopus de Vernet n'en soient des indices.

V. Lac Goktschaï (Arménie).

Dans une expédition, faite en 1879 dans le Caucase, le Dr. Alexandre Brandt, alors à St.-Pétersbourg, actuellement à Charkow, a étudié avec soin les faunes des lacs Goktschaï et Tschaldyr. Il a mesuré la profondeur de ces lacs, les a dragués, a rapporté des échantillons du limon et en a étudié la faune (CXIX). Ces deux lacs sont situés dans le pays d'Erivan, dans les montagnes de l'Arménie. Ils sont placés: le Goktschaï par $40^1/_2°$, le Tschaldyr par 41° de lat. N.; leur altitude est de 1930 et 1820 m. Le Goktschaï est un bassin d'eau considérable, mesurant environ 75 km. de long, 35 km. de large, et 370 km. de surface; sa plus grande profondeur est de 110 m. Le lac Tschaldyr est plus

petit, sa longueur n'est que de 25 km., sa largeur de 15 km.; il est surtout très peu profond; il ne dépasse nulle part 11 m.; il lui manque donc les éléments de profondeur qui caractérisent un lac, et ne peut guère être considéré que comme un marais profond.

Le limon dragué dans ces lacs (XXXVIII) est remarquable par sa grande richesse en matières organiques, et sa grande légèreté; il semble que la drague n'a pas pu traverser la couche de feutre organique. (1) Soumise à la calcination par le prof. Bischoff de Lausanne, la masse a perdu 0.23 de son poids pour le limon du Goktschaï, et 0.14 pour celui du Tschaldyr. La couleur est d'un gris jaunâtre très délicat et très fin pour celui du Goktschaï, plus brunâtre et foncée pour celui du Tschaldyr. Quant au résidu inorganique du limon du Goktschaï, c'est de l'argile pure, sans traces de carbonates, ce qui s'explique par la nature absolument volcanique du terrain dans lequel est creusé le lac.

A 62 m. de profondeur, Brandt a trouvé dans le Goktschaï au mois de juillet une température de 4.25°.

Quant à la faune de la région profonde, que Brandt a pêchée par des draguages faits selon ma méthode, il a constaté dans le Goktschaï plusieurs espèces de Limnées, entr'autres L. stagnalis, qu'il a retirée de 77 m. de profondeur, et le Planorbis carinatus. Puis un grand nombre d'individus d'une espèce de Pisidium.

Des larves d'Insectes, Chironomus, avec leurs tubes vaseux; quelques Hydrachnides. Les exemplaires du Gammarus pulex pêchés à 62 m. de fond étaient plus pâles que ceux du rivage; leurs yeux sont clairs et non uniformément pigmentés; ces yeux présentent quelques rares cellules pigmentaires, tellement que Brandt, au premier examen, a cru ces animaux aveugles. Avons-nous, dit Brandt, affaire à une variété aveugle?

Un très grand nombre d'Ostracodes et de Cyclopides. De nombreuses Naïdes.

Une éponge verte du genre Spongilla existe dans la région littorale; j'ai retrouvé ses aiguillons siliceux en grand nombre dans la vase de la région profonde.

L'Hydra rubra de Lewes est aussi cantonnée dans la région littorale.

L'analogie, la ressemblance intime de cette faune avec celle de nos lacs Subalpins, est évidente. Comme dans nos lacs, il n'y a rien qui rappelle une faune reléguée.

— Dans le Tschaldyr, Brandt a trouvé au contraire une faune, qui a plutôt le caractère des faunes littorales ou des marais. Une seule espèce de Gastéropode, Limnaea ovata Drap. Une Naïade, Anodonta ponderosa Pfeif. Point de Pisidie. Gammarus pulex. Asellus. Une Cypris. Un Hydrachnide. Une Spongille blanche, Spongilla sibirica.

Cette faune très pauvre se distingue de celle de la région profonde de tous nos lacs, aussi bien que de celle du Goktschaï, entr'autres par l'existence de l'Anodonte et l'absence des Pisidies. Je n'estime pas devoir la ranger dans la catégorie de la faune profonde; quoique l'absence de plantes aquatiques, la nature vaseuse du sol et l'éloignement des

(1) Et pourtant la drague de M. Brandt, construite d'après mes indications et mes dessins, devait fonctionner comme le font mes dragues dans nos lacs.

rives la sépare nettement de ce que je connais en fait de faune littorale. Il est difficile aussi de la faire rentrer dans le même type que la faune des marais, vu la profondeur du lac, 11 m., et l'absence de plantes aquatiques. Je laisse, à ceux qui peuvent les étudier sur les lieux, de nous dire comment il faut appeler ces bassins intermédiaires entre les lacs et les marais, qui n'ont pas la région profonde des lacs, qui ont une région centrale profonde différente de celle des marais, ces soi-disant lacs qui n'ont que 5, 10 ou 12 m. de profondeur.

VI. Lac de Tibériade (Palestine).

Ce lac est situé par 32°, 45′ latitude nord, 212 m. d'altitude au-dessous du niveau de la mer. Longueur 21 km., largeur 9.5 km., profondeur 250 m. Sol formé d'une vase grisâtre, très fine, argileuse.

D'après les recherches de L. Lortet de Lyon (cxx) la faune comprend entr'autres :

Crustacés dans la région littorale: Telephusa fluviatilis et Orchestia Tiberiadis.

Mollusques: une Neritina et deux Melanopsis qui habitent la région littorale et descendent jusqu'à 50 m. de profondeur ; une Cyrena et cinq Unio qui vivent entre 50 et 100 m. de profondeur ; enfin une Melania qui ne se trouve qu'entre 100 et 250 m. de fond.

Toute cette faune est caractéristique des eaux douces du pays ; d'après Lortet il n'y a aucun animal qui représente un type marin, et qui fasse croire à une faune reléguée (1). On aurait cependant pu s'y attendre, étant données l'altitude très inférieure du pays, et l'existence de terrasses horizontales que signale Lortet à la hauteur même de la nappe de la Méditerranée. Je signalerai le grand nombre d'Unios, cinq espèces, habitant les profondeurs de 50 à 100 m. c'est-à-dire la région profonde. Sous ce rapport ce lac contraste singulièrement avec nos lacs Subalpins où nous n'avons jamais trouvé une Naïade dans la région profonde.

VII. Lac Baïkal (Sibérie).

52° lat. N. 34975 km² de surface, très profond, 1373 m. (Dibowsky), le plus profond lac connu.

La faune de ce lac a été étudiée avec ardeur par un naturaliste polonais Dr. B. N. Dibowsky, exilé dans ces contrées inhospitalières. Nous connaissons les résultats de ses travaux sur trois groupes d'animaux (cxxi) :

1° Les Phoques qu'il décrit comme une espèce spéciale, Phoca baïcalensis, remarquable par sa petite taille et le développement considérable des jeunes au moment de la naissance.

2° Les Amphipodes ; l'auteur fait connaître 97 espèces de Gammarides, pêchés par lui dans le lac Baïkal et ses affluents. Une seule espèce forme le genre nouveau Con-

(1) Ce qui confirme du reste cette absence de faune reléguée, et par conséquence d'anciennes relations avec la mer, c'est que, dans toutes les terrasses qui entourent le lac, la faune a le caractère des eaux douces et non des eaux marines.

stantia ; l'espèce est transparente, nageuse ; elle a tous les caractères des animaux pélagiques : les 96 autres espèces sont laissées par Dibowsky dans le genre Gammarus. Elles varient beaucoup en taille, les plus petites ne dépassent pas 7 m/m, les plus grandes atteignent 12 c/m. Ces Gammarides ont été trouvés à toutes les profondeurs du lac, jusqu'à 1370 m., profondeur maximale atteinte par les draguages de Dibowsky ; les grands fonds sont très peuplés, quoique le nombre des espèces soit moindre.

Les Gammarides de la surface sont vivement colorés, mais avec l'augmentation de la profondeur on voit la coloration diminuer graduellement, et les espèces qui habitent au-dessous de 700 m. offrent une coloration plus ou moins blanchâtre. Quelques variétés, provenant de profondeurs plus grandes que le type spécifique auquel elles se rattachent, se distinguent par la pâleur de leur corps et de leurs yeux, et aussi, dans certains cas, par les formes plus allongées et plus grêles de leur appendices locomoteurs.

3° Des Turbellariés, à savoir des Planaires, au nombre de dix espèces, étudiés par Gerstfeldt et E. Grube. Quelques-uns sont de taille considérable, et atteignent une longueur de 8 à 9 c/m. Ces Turbellariés proviennent de draguages faits à différentes profondeurs. Dans la plupart des espèces, Grube n'a pu constater l'existence de points oculiformes que sur quelques petits échantillons ; ces organes semblent disparaître avec l'âge. Ces Planaires ont un facies marin très caractérisé.

En somme la faune profonde du lac Baïkal, beaucoup plus riche que celle des lacs Subalpins, présente d'après ce que nous en savons, les caractères d'une faune reléguée, souvenir d'anciennes relations entre la mer et ce lac extraordinairement profond.

VIII. Lac Michigan (Amérique du Nord).

Ce lac, le troisième en étendue des lacs d'eau douce de la terre, qui mesure 57000 km², est situé par 44° lat. N. Il n'a que 263 m. de profondeur, il est donc moins profond que le Léman.

Des draguages et des pêches profondes ont été exécutés en 1873 par le Dr. P. R. Hoy, de Racine (Wisconsin). Je résume les principaux faits révélés par ces explorations, en me basant sur les communications personnelles de l'auteur (IV) et sur les analyses de ses mémoires publiés par l'Académie des sciences de Wisconsin (CXXII).

Outre la faune ordinaire des poissons d'eau douce des grands lacs américains, Hoy a capturé deux espèces du genre Argyrosomus d'Agassiz, Cyprinidés dont la mâchoire inférieure est proéminente : A. Hoyi Gill, vit à 80 m. de fond ; A. nigripennis Gill, ne se trouve pas à moins de 120 m. de profondeur, et il n'est abondant qu'à 140 m. Ce sont donc des espèces de poissons spéciales à la faune profonde. Un autre poisson est plus intéressant encore, c'est un Triglopsis Stimpsonii Gill, espèce voisine du Tr. Thompsoni Girard ; c'est évidemment un marin émigré dans les eaux douces.

Parmi les Crustacés, Hoy a trouvé trois espèces de Gammarides, toutes trois nouvelles, et en très grande abondance, un Schizopode de type marin, Mysis diluviana Stimpson,

qui semble presque identique à la M. relicta de Lovén, ces deux formes pouvant être considérées comme des variétés de la M. oculata, vivant actuellement dans l'Atlantique du Nord. La même M. diluviana a été retrouvée depuis lors dans le lac Supérieur.

Outre cela je vois dans les listes de Hoy, un Pisidium abysomus Stimpson, espèce nouvelle, une sangsue, parasite des poissons blancs, et une petite Planaire de couleur blanche.

D'après cela, il ressort l'existence d'une faune marine reléguée dans le fond des grands lacs américains, analogue à celle des lacs de Scandinavie. Cette faune reléguée manque totalement à nos lacs de la région Subalpine,

IX. Lac Titicaca (Pérou).

Ce lac, situé à 16° de lat. S., est à une altitude très élevée, plus de 3800 m. au-dessus de la mer. Sa longueur de 220 km., sa largeur de 50 km., sa profondeur maximale 282 m.; il a été étudié aux points de vue hydrographiques et faunistiques par le Dr. Al. Agassiz, en 1876 (CXXIII).

La température du fond est très élevée, 10.6°, et diffère peu de celle de la surface, 13.5° environ.

La région littorale est couverte d'une abondante végétation de Myriophyllum et de Totora, qui descend jusqu'à 10 et 13 m. Au-delà le sol est formé d'une vase très fine, très légère et très molle, d'un noir verdâtre. L'eau contient quelques traces de sel, pas assez cependant pour en altérer la potabilité.

La faune n'est pas très riche. Les Poissons, entr'autres les Orestias, sont tous de genres appartenant aux eaux douces et possédant une vaste distribution géographique. Les Mollusques sont tous des types d'eau douce, sans rien de spécial. Les Crustacés au contraire et parmi eux plusieurs formes d'Orchestiadés sont tous d'habitus et de parentage marins.

En présence de recherches si dissemblables et souvent si incomplètes, il est difficile de faire une comparaison utile entre les faunes profondes des lacs Subalpins et celles des lacs étrangers. Voici cependant quelques traits généraux que je crois pouvoir en tirer:

1° Le Wurmsée, ou lac de Starnberg, est à tous les points de vue un lac Subalpin; je ne saurais comment le séparer des lacs que nous connaissons en Suisse.

2° Le lac Goktschaï, en Arménie, quoique creusé en territoire volcanique, semble avoir dans sa faune de très grandes ressemblances avec nos lacs Alpins. Je suis tout disposé à croire cette faune récente, et, si le lac est d'origine ancienne, ce que je ne sais pas, j'attribuerais volontiers ce caractère moderne de la faune à la destruction des faunes anciennes par l'époque glaciaire; les effets de l'envahissement glaciaire auraient donc été les mêmes dans le Caucase que dans les Alpes.

3° Le lac de Joux, dans le Jura vaudois, est en dehors du domaine Subalpin, si je limite celui-ci par l'extension des anciens glaciers des Alpes. Sa faune est remarquable entr'autres par une riche population de Bryozoaires, et par une Eponge spéciale. J'avais autrefois émis l'hypothèse que nous aurions peut-être là des restes des faunes tertiaires qui auraient survécu dans ce lac épargné par le grand envahissement des glaciers alpins; j'abandonne cette hypothèse devant l'opinion d'A. Jaccard, que le territoire du lac de Joux a dans l'époque glaciaire été envahi par un glacier propre descendant des sommets du Jura.

4° Quant aux lacs de Scandinavie, au lac Baïkal, au lac Michigan, il y a des signes évidents dans leurs faunes lacustres de restes d'anciennes faunes marines; il est très plausible d'expliquer ces animaux d'habitus étranger par la théorie des faunes reléguées.

§ XVI. Résumé et conclusion.

Nous voici arrivés au bout de notre tâche, qui consistait à exposer les études jusqu'à présent faites sur la faune profonde des lacs suisses. Résumons-nous et concluons.

Après avoir établi les conditions géographiques des lacs de la région Subalpine suisse, j'ai étudié attentivement les faits physiques de milieu qui peuvent intéresser la faune; le sujet n'ayant jamais été traité dans son ensemble, et ces conditions de milieu étant fort différentes de celles de toutes les autres régions où vivent des animaux aquatiques, j'ai dû développer assez longuement ce chapitre.

Il existe des relations importantes aux points de vue physiologiques et phylogéniques entre les faunes et les flores des eaux superficielles et la faune profonde; j'ai dû par conséquent faire un exposé des sociétés animales et végétales habitant les régions littorales et pélagiques des lacs.

Un groupe d'animaux nous a particulièrement intéressés, ce sont les Poissons qui dans leurs migrations annuelles passent successivement d'une région à l'autre. Tous les Poissons du Léman sauf deux espèces descendent temporairement dans la région profonde; aucune espèce n'est spéciale à cette région.

Ces notions préliminaires acquises, nous avons pu aborder l'étude biologique de la région profonde et des organismes qui l'habitent. J'ai décrit les méthodes de draguage et de recherche des animaux, la flore profonde, et les débris organiques enfouis dans le limon. Puis je me suis attaqué à la faune profonde elle-même. Par les circonstances spéciales de mes recherches personnelles, j'ai été conduit à développer plus particulièrement les travaux faits dans le lac Léman; j'ai énuméré très complétement la longue liste des espèces trouvées dans la région profonde de ce lac par G. du Plessis, H. Blanc et moi-même, et cela m'a servi de type de la faune profonde d'un lac subalpin. Puis l'analyse plus rapide des draguages faits dans 19 lacs suisses, savoyards et insubriens par Asper,

Imhof et moi-même, nous a donné les éléments de comparaison entre la population animale de ces divers bassins d'eau douce.

Ces travaux nous ont fait constater dans la profondeur des lacs de nombreuses espèces animales, quelques-unes fort riches en individus; le fond des lacs est très peuplé.

Ces espèces sont toutes limicoles, habitant sur ou dans le limon; aucun des types saxicoles, arénicoles, qui vivent sur ou sous les pierres, dans les graviers ou les sables, ou qui sont fixés sur les plantes aquatiques, n'est représenté dans le fond du lac(1); ce fait est la conséquence de la nature même du sol, vase molle, uniforme et sans corps étrangers.

Ces animaux sont bien établis dans les grands fonds; ils y naissent, ils s'y développent et s'y reproduisent. La preuve en est donnée par les œufs, les germes d'un grand nombre d'espèces, par les larves, embryons et jeunes de tout âge, que nous trouvons dans nos draguages.

C'est donc bien une faune profonde, bien authentique et bien caractérisée; l'étude des conditions de milieu et de leur action sur la physiologie des animaux nous montre d'ailleurs, que rien, dans ces conditions de milieu, n'est incompatible avec la vie animale.

Quelle est l'origine de cette faune? Elle est relativement moderne. L'histoire géologique de la contrée, en nous apprenant l'envahissement de toutes les vallées et plaines subalpines par les glaciers des Alpes au commencement de l'époque quaternaire, nous empêche d'aller chercher, avant cet événement historique, l'établissement dans nos lacs des ancêtres directs de nos espèces abyssicoles. Cela exclut la possibilité de trouver l'origine de notre faune profonde actuelle, ou bien dans les faunes profondes indigènes des époques tertiaires, ou bien dans des faunes marines reléguées dans des golfes transformés eux-mêmes en lacs. Cette déduction tirée des faits historiques est confirmée par l'étude des formes animales, dont aucune n'a le facies archaïque, dont aucune n'a le facies marin (2).

Nous avons trouvé une double origine à notre faune profonde. Elle vient:

1° de la faune littorale par la grande majorité des espèces qui sont identiques, ou très semblables, ou analogues aux espèces littorales du lac où nous les étudions. Descendus dans la région profonde, ces animaux s'y sont établis à diverses époques, et chaque année de nouvelles migrations, actives ou passives, viennent renouveler et rajeunir la faune profonde;

2° de la faune des eaux souterraines, deux ou trois espèces seulement, remarquables par leur cécité et leur absence de pigment. Ces espèces ont peuplé le fond des lacs par

(1) Sauf la Frédericelle qui a dû modifier ses mœurs et se transformer d'animal fixé en animal limicole.

(2) Excepté les Acanthopus, Cythéridés connus seulement dans la faune profonde du Léman, et le Plagiostoma Lemani et le Monotus Morgiensis, espèces très fréquentes dans la région profonde de tous nos lacs, et connues dans la région littorale de deux d'entr'eux.

migration active, comme elles peuplent l'eau des cavernes et des puits de tout le continent Européen.

Arrivés dans la région profonde des lacs, les animaux de ces deux faunes ont trouvé un milieu fort différent de celui auquel ils étaient habitués; région froide, sans lumière, sans mouvement, pauvre en matières alimentaires, dépourvue de végétation, région sans variations périodiques diurnes ou annuelles, milieu au calme plat au point de vue mécanique, thermique, chimique et moléculaire. Reléguées dans ce milieu, les formes animales se sont modifiées, et dans le cours des générations, elles se sont appauvries, ratatinées, rabougries, elles ont perdu taille, force et pigmentation(1). Cependant j'avoue être étonné du peu d'étendue de ces variations qui dans certaines espèces sont presque insensibles.

Ces modifications, fait d'adaptation au milieu, sont plus ou moins complètes, suivant que les individus pêchés par nous descendent d'une suite plus ou moins grande de générations, depuis le transport dans la profondeur du lac. Ceux dont la famille a émigré récemment sont presque semblables au type original; ceux dont la famille est établie dans la région profonde depuis des siècles sont modifiés autant que possible. Il en résulte que, dans la région profonde de chaque lac, chaque espèce est formée par une collection d'individus, à tous les degrés de transformation, entre la forme originale dans son intégrité et la forme profonde parfaite. C'est à trouver cette forme abyssale parfaite, et à en déterminer les caractères que doivent tendre les efforts du zoologiste. Chaque espèce animale émigrée dans la profondeur doit donc aboutir à une espèce profonde, plus ou moins différenciée morphologiquement de l'espèce originale. Il y aurait peut-être avantage à donner un nom spécifique à chaque espèce abyssale qui a atteint son maximum de différenciation.

Mais ces modifications se sont opérées dans divers lacs, dont la région profonde est absolument séparée de la région analogue des autres lacs; il n'y a plus eu de croisements ni de mélanges possibles; chaque lac est un centre de différenciation isolé et distinct. Dans chaque lac l'espèce abyssale formera donc une famille particulière propre à ce lac qui mériterait d'être désignée par un nom adjectif de variété (2). Les conditions de milieu étant très semblables dans les divers lacs, ces variétés se ressemblent fort; mais cependant l'indépendance dans la différenciation étant absolue il est probable qu'on y découvrirait certains caractères distinctifs de l'une à l'autre (3).

Cette manière de comprendre et d'interpréter la notion de l'espèce et des variétés (4), qui se base sur l'application des faits généalogiques et phylogéniques, doit être plus juste

(1) La tendance vers la cécité est indiquée, mais n'est pas absolument démontrée.

(2) Soit M. le nom de genre; M. abyssicola, var. Lemani dans le lac Léman, var. Neocomiensis, dans le lac de Neuchâtel, var. Turiciensis dans le lac de Zurich, etc.

(3) Nous avons constaté, chez les Asellus et les Pisidiums entr'autres, des faits qui justifient cette interprétation.

(4) Voir la note (2) pag. 184.

que celle qui ne s'occupe uniquement que des caractères morphologiques; malheureusement elle n'est pas partout d'une application aussi facile que dans l'étude qui nous occupe.

Un mot pour terminer sur l'esprit qui a présidé à mes études de la faune profonde. Lorsque pour la première fois j'ai entrevu cette société animale qui peuple une région éloignée de tout ce que nous connaissons à la surface de la terre (1), j'ai été surtout frappé, par ce qu'elle offrait d'étrange et je me suis attendu aux découvertes les plus nouvelles. Et en réalité les faits que j'ai rencontrés étaient fort étonnants. Dans le fond du Léman je pêchais des Crustacés aveugles, Asellus, Niphargus, des Turbellariés inconnus et de types très anormaux, Vortex Lemani, Mesostomum Morgiense, des Limnées, Gastéropodes pulmonés condamnés à la respiration aquatique, des larves de Diptères, insectes aériens qui ne pouvaient accomplir le cycle de leurs métamorphoses; dans des profondeurs froides et obscures, je trouvais une nombreuse population animale, et je ne voyais pas une plante qui pût lui fournir l'oxygène nécessaire à sa respiration; dans ce milieu pauvre et sans mouvement, je voyais pulluler une foule d'organismes qui devaient bientôt épuiser la nourriture contenue dans les eaux. Tout était étrange et nouveau, tout semblait anormal à mes yeux habitués à d'autres conditions.

Mais l'étude, soit du milieu, soit des animaux eux-mêmes, a bientôt tout expliqué, et éclairé tous les problèmes. Les espèces les plus aberrantes, nous les avons, les unes après les autres, découvertes dans la région littorale; les espèces aveugles ont trouvé des parents dans la faune des eaux souterraines; la respiration aquatique des Limnées s'est montrée presque normale dans les eaux superficielles; nos larves de Diptères se reproduisent probablement par pédogénèse; et quant à l'alimentation et à la respiration de la faune pro-

(1) Cette région profonde des eaux est bien parmi les plus lointaines de celles qui s'offrent à l'homme, sur la terre. L'homme monte sur les sommets les plus inaccessibles des montagnes; il traverse les océans et les solitudes des déserts; les régions polaires seront un jour domptées par lui, et ses aërostats sont montés jusque dans dans les couches les plus élevées de l'atmosphère. Mais l'homme ne descendra jamais vivant jusqu'au fond des lacs et des mers; cinq ou six atmosphères de pression, 50 ou 60 m. de profondeur d'eau, telle est la limite infranchissable à ses cloches à plongeurs, et à ses scaphandres.

Il est vrai qu'il sait allonger ses membres, et qu'à l'aide d'un fil de sonde, il apprend à porter des thermomètres, des bouteilles à eau, des appareils photographiques, des filets et des dragues, jusqu'aux plus grands fonds des océans. Si sa vision est arrêtée par quelques mètres d'épaisseur d'eau, son esprit sait aller lire dans ces régions obscures qui lui sont aujourd'hui presqu'aussi bien connues que quelque autre partie de la terre que ce soit. Mais encore une fois, il n'y est pas allé de sa personne, et il n'y ira jamais. C'est donc pour lui une terre lointaine et par conséquent mystérieuse.

fonde, nous en avons vu les matériaux s'élaborer dans les régions littorales et pélagiques, par la vie même des faunes et des flores qui y foisonnent. C'est ainsi que toutes les étrangetés et les anomalies qui nous avaient étonnés d'abord se sont résolues de la manière la plus simple; tous les faits qui nous arrêtaient sont rentrés dans la norme. Le grand plan de la nature s'est montré à nous aussi puissant qu'il est partout, pour profiter très habilement des conditions de milieu les plus aberrantes et les plus chétives, et pour faire multiplier la vie dans des régions qui semblaient vouées à la mort.

D'autres regretteront peut-être les choses extraordinaires qu'ils croyaient rencontrer dans ces contrées en dehors de l'ordinaire. Pour moi qui ai eu le bonheur intense de pénétrer pour la première fois dans ces régions nouvelles, qui ai dû m'expliquer les uns après les autres les mystères qui se déroulaient à mon observation, j'admire et je jouis surtout de ces harmonies et de cette simplicité.

La nature est grande et belle, parce qu'elle est harmonieuse en tout et partout.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.

I P.-E. Müller. Note sur les Cladocères des grands lacs de la Suisse. Arch. de Genève[1] XXXVII 317. 1870.

II F.-A. Forel. La faune pélagique des lacs d'eau douce. ibid. VIII 230. 1882.

III A. Jaccard. Sur les changements du régime des sources dans le Jura Neuchâtelois. Bull. soc. sc. nat. Neuchâtel XIII 11, 1883.

IV Communication personnelle, adressée directement à l'auteur.

V F.-A. Forel. Les rides de fond, étudiées dans le lac Léman. Arch. de Genève X 39. 1883.

VI — Les Ténevières des lacs Suisses. ibid. I 430. 1879.

VII H. Chatelanat. Bull. soc. vaud. sc. nat. XVI 533. Lausanne 1879. F.-A. Forel, ibid. 510.

VIII F.-A. Forel. Températures lacustres. Recherches sur la température du lac Léman et d'autres lacs d'eau douce. Arch. de Genève III 501 et IV 89. 1880.

IX E. Plantamour. Nouvelles études sur le climat de Genève. Genève 1876.

X F.-A. Forel. Congélation des lacs suisses et savoyards. Echo des Alpes XVIe année p. 94 et 149. Genève 1880.

XI John Le Conte. Physic. studies of lake Tahoe. Overl. monthly II 506. 595. III 41. 1883. 1884.

XII A. Secchi. Esperienze per determinare la trasparenza del mare; in Cialdi, sul moto ondoso del mare, p. 258 sq. Roma 1866.

XIII Bibliothèque de Genève 284 N.D. N° 178.

XIV Annales de chimie et physique XXIII 40. Paris 1848.

XV H.-J. Gosse. Rapport sur les eaux de l'Arve p. 23. Genève 1881.

XVI Communiquée par le prof. Ch. Marignac de Genève.

XVII Bull. soc. vaud. sc. nat. XII 175. Lausanne 1873.

XVIII Arch. de Genève LXII 220. I 191. 1878 et 1879.

XIX Cité par le journal La Tribune de Genève, 7 mars 1884.

XX Journal Le Genevois. 19 mars 1884.

XXI W. Weith. Chemische Untersuch. schweiz. Gewässer, mit Rücksicht auf deren Fauna. Vierteljahrschrift der nat. Gesellsch. XXV 129. Zürich 1880.

XXII F.-A. Forel. Les taches d'huile du lac Léman. Bull. soc. vaud. sc. nat. XI 148. Lausanne 1873.

XXIII — Thèses de géographie physique. ibid. X 468. 1870.

XXIV Topographischer Atlas der Schweiz, im Maassstabe der Original-Aufnahmen (Atlas Siegfried).

XXV D'après mes propres sondages.

XXVI H.-T. de la Bèche. Sur la profondeur et la température du lac de Genève. Bibl. univ. Sc. et Arts. XII 118. Genève 1817.

XXVII Le lac de Genève, levé par E. Pictet. Genève 1877. — E. Pictet. Note sur la carte du lac de Genève. Arch. de Genève LII 15. 1875.

XXVIII F.-A. Forel. Carte hydrographique du lac Léman. Arch. de Genève LII 5. 1875.

[1] Pour abréger, je désignerai sous le titre d'Archives de Genève, les Archives des sciences physiques et naturelles, publiées à Genève.

XXIX H. de Pourtalès-Gorgier et A. Guyot. Carte du fond des lacs de Neuchâtel et de Morat. Neuchâtel 1845.

XXX A. Heim. Die Erosion im Gebiete der Reuss. Jahrbuch des S.-A.-C. XIV 372. Bern 1879.

XXXI G. Asper. Beiträge zur Kenntniss der Tiefenfauna der Schweizerseen. Zool. Anzeiger III 130 u. 200. Leipzig 1880.

XXXII D'après la carte topographique cantonale.

XXXIII D'après la carte wurtembergeoise, sondages du major A. Gasser.

XXXIV Carte hydrographique du Dr. L. Lavizzari. 1859.

XXXV Carte hydrographique par G. Casella et B. Bernasconi. 1866.

XXXVI Communiqué par le prof. A. Heim, de Zurich.

XXXVII G. Asper. Die pelagische Fauna und Tiefseefauna der Schweiz. Katalog der schw. Abth. in der Fischerei-Ausstellung zu Berlin. Leipz. 1880, p. 127.

XXXVIII F.-A. Forel. Les échantillons de limon dragués en 1879 dans les lacs d'Arménie. Bull. Acad. imp. des sc. St-Petersbourg X 743. 13/25 mai 1880.

XXXIX Th. Fuchs. Was haben wir unter der Tiefenfauna zu verstehen? Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt. Wien 1882.

XL Voyez: F.-A. Forel et C. Vogt. Actes soc. helv. sc. nat. Berne p. 128. 1878.

XLI J. Müller. Les Characées genevoises. Genève, 1881.

XLII J. Brun. Les Diatomées des Alpes et du Jura des environs de Genève. Genève 1880.

XLIII G. Lunel. Histoire naturelle des poissons du bassin du Léman. Genève 1874.

XLIV S. Clessin. Beiträge zur Mollusken-Fauna der oberbayerischen Seen. Corresp.-Blatt des zool. min. Vereins, Regensburg 1873.

XLV — Die Mollusken der Tiefenfauna unserer Alpenseen. Malakozool. Blätter XXIV 162. Cassel 1878.

XLVI Th. Maggi. Esame protistologico dell' acque di alcuni laghi ital. Boll. scient. II 35. Pavia 1880.

XLVII Giac. Cattaneo. Sui Protisti del lago di Como. ibid. III 111. 1882.

XLVIII J.-B. Schnetzler. Observ. microsc. sur le phénomène de la fleur du lac Léman. Bull. soc. vaud. sc. nat. IV. 162. Lausanne 1854.

XLIX J. Brun. Eau rouge du lac de Neuchâtel. Arch. de Genève III 337. 1880.

L A.-P. de Candolle. Matière qui a coloré en rouge l'eau du lac de Morat, au printemps de 1825. Mém. soc. phys. III 2, 30. Genève 1825.

LI O.-E. Imhof. Pelag. Fauna und Tiefseefauna der Savoyerseen. Zool. Anz. VI 655. Leipzig 1883.

LII — Faune pélagique des lacs Suisses. Soc. helv. sc. nat. 8 août 1883. Arch. de Genève X 349. 1883.

LIII — Studien z. Kenntniss d. pelag. Fauna d. Schweizer Seen. Zool. Anz. VI 466. Leipzig 1883.

LIV — Resultate meiner Studien üb. d. pelagische Fauna kleiner und grösserer Süsswasserbecken d. Schweiz. Leipzig 1884.

LV G. Asper. Wenig bekannte Gesellschaften kleiner Thiere. Zürich 1880.

LVI P. Pavesi. Dalle mie annotazioni zoologic. Rendic. R. Ist. Lomb. II. XIV 18-19. 9 dec. 1881.

LVII F.-A. Forel. Draguages zoolog. et sondages thermométriques dans les lacs de Savoie. Acad. sc. Paris 15 oct. 1883. — Rev. savoisienne XXIV 87. Annecy 1883.

LVIII — Etudes zoolog. dans les lacs de Savoie. ibid. XXV 1. 1884.

LIX P. Pavesi. Nuova serie di ricerche della fauna pelagica nei laghi italiani. Rendic. R. ist. Lombardo. II. XII. XI—XII.

LX — Intorno all' esistenza d. fauna pelagica anche in Italia. Boll. entomol. IX. 1877.

LXI — Ulteriori studj sulla fauna pelagica dei laghi italiani. Rendic. R. ist. Lombardo II. XII. XVI.

LXII — Altra serie di ricerche e studj sulla fauna pelagica dei laghi italiani. Padova 1883.

LXIII A. Weismann. Beiträge z. Naturgeschichte d. Daphniden. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1874—1879.

LXIV — Das Thierleben im Bodensee. Lindau 1877.

LXV A. Lutz. Die Cladoceren d. Umgebung v. Bern. Mitth. der naturf. Gesellsch. in Bern. 1878 p. 38.
LXVI Th. Maggi. Sull' analisi protistologica delle acque potabili. Boll. sc. III 121. Pavia 1882.
LXVII Rapport de la commission d'experts des forces motrices de la Reuse p. 65. Neuchâtel 1883.
LXVIII Schweiz. pol. Zeitschr. 1851.
LXIX Communiqué par le prof. A. Heim, de Zurich.
LXX Communiqué par M. L. Leiner de Constance.
LXXI G. Haller. Die Hydrachniden der Schweiz. Mitth. naturf. Gesellsch. Bern. 1882.
LXXII F. Könike. Revision von H. Lebert's Hydrachniden. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXV 613. 1881.
LXXIII A. Favre. Soc. géol. de France. Arch. de Genève LIV 149. 1875.
LXXIV P. Bert. La pression barométrique. Paris 1878.
LXXV Résumé d'Ed. Claparède. Arch. de Genève XXXV 321. 1869.
LXXVI F.-A. Forel. Introduction à l'étude de la faune profonde du lac Léman. Bull. soc. vaud. sc. nat. X 217. Lausanne 1869.
LXXVII — Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du lac Léman. Séries I—VI, ibid. XIII—XVI. 1874—1879. — (Voir la table des matières détaillée à la suite de ces notes.)
LXXVIII — Faune profonde du lac Léman. Actes soc. helv. sc. nat. Schaffhouse 18 août 1873 p. 136. Schaffhouse 1874.
LXXIX — Faune profonde du lac Léman IIe discours. ibid. Coire, 12 sept. 1874 p. 129. Chur 1875.
LXXX — Deutsche naturf. Gesellschaft. München 19. Sept. 1877. Amtl. Bericht p. 170.
LXXXI — Faunistische Studien in den Süsswasserseen der Schweiz. Zeitschr. f. wiss. Zool. Suppl. Band XXX 383. Leipzig 1878.
LXXXII — Les faunes lacustres de la région subalpine. Assoc. française pour l'avancement de la science. Congrès de Montpellier. 29 août 1879 p. 744. Paris 1880.
LXXXIII Ph. de Rougemont. Etude de la faune des eaux privées de lumière, Paris, — Neuchâtel 1876.
LXXXIV G. Joseph. Erfahrungen im wiss. Sammeln der den Krainer Tropfsteingrotten eigenen Arthropoden. Berliner entomolog. Zeitschr. XXV. II 1881. XXVI. I 1882.
LXXXV — Zur geograph. Verbreitung von Niphargus puteanus Koch. Zool. Anz. II 380. 1879.
LXXXVI Bridel. Essai sur le lac Léman. Conservateur suisse V 41. Lausanne 1814.
LXXXVII Arch. de Genève VIII 265. 1882.
LXXXVIII Voir l'étude de M. Aloïs Humbert. Arch. de Genève XLII 190. 1871.
LXXXIX K. Möbius. Woher kommt die Nahrung für die Tiefseethiere? Zeitschr. f. wiss. Zool. XXI 294.
XC Wyville Thomson. The Challenger expedition. Nature XIV 492. London 1876.
XCI O. v. Grimm. Ungeschlechtliche Fortpflanzung einer Chironomus-Art. Mém. Acad. imp. St-Petersbourg, XV n° 8, 1870.
XCII A. Pauly. Ueber die Wasserathmung der Limnäiden. München 1877.
XCIII H. Suter-Næf. Notizen über die Tiefsee-Molluskenfauna einiger Schweizerseen. Zool. Anz. III 208. 1880.
XCIV Ed. Bugnion. Notes sur les globules sanguins de Mermis aquatilis. Actes soc. helv. Sc. nat. Bex 247, 1877.
XCV F.-A. Forel. Contributions à l'étude de la limnimétrie du lac Léman. Bull. soc. vaud. sc nat. XV 313. Lausanne 1879.
XCVI Fischer-Ooster et C. Brunner. Recherches sur la température du lac de Thoune. Arch. de Genève XII 20. 1849.
XCVII Biblioth. universelle XLI 184. Genève 1842.
XCVIII Report on the rate of increase of underground temperature. British Assoc. LII meeting. Southampton 1882, p. 74, London 1883.
XCIX F.-A. Forel. Etude sur les variations de la transparence des eaux du lac Léman. Arch. de Genève LIX 139. 1877.

C Actes soc. helv. sc. nat. Aarau, p. 96—Arch. de Genève VI 318. 1881.
CI Arch. de Genève LXII 220. I 191. 1878 et 1879.
CII ibid. VII 144. 1882.
CIII Journal de Genève. 30 mai 1882.
CIV ibid. 1 juin 1882.
CV Journal Le Genevois. 19 mars 1884.
CVI Wyville Thomson. The atlantic. I 279. London 1877.
CVII A.-F. Marion. Faunes du bassin méditerr. Ann. Mus. hist. nat. Marseille, I 14. Marseille 1883.
CVIII Ed. Grube. Bericht der naturwiss. Section der Schles. Gesellsch. Jahrg. 1878. Breslau 1879.
CIX ibid. 1879. 1880.
CX Bull. soc. vaud. sc. nat. XV. P.-V. p. 76. Lausanne 1878.
CXI G. du Plessis. Sur l'origine et la répartition des Turbellariés de la faune profonde du Léman. Actes soc. helv. sc. nat. Bex 233. 1877.
CXII L. v. Graff. Monographie der Turbellarier. I. Rhabdocoela. Leipzig 1882.
CXIII C.-Th. v. Siebold. Ueber den Kilch des Bodensees. Zeitschr. f. wiss. Zool. IX 295. 1858.
CXIV F.-A. Forel. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Najaden. Würzburg 1866.
CXV M. Braun. Ueber die postembryonale Entwicklung unserer Süsswassermuscheln. Würzburg physik.-medic. Gesellsch. 4. Mai 1878.
CXVI C. Semper. Ueber die Wachsthumsbedingungen des Lymnaeus stagnalis. Ibid. Verhandlungen. N. F. IV.
CXVII Voir l'analyse des travaux de Sars par Ed. Claparède. Arch. de Genève, XXI 84. 1864.
CXVIII E. v. Martens. Reste einer frühern Meeresfauna in Süsswasserseen. Naturforscher II 163. Berlin 1869.
CXIX A. Brandt. Von den armenischen Alpenseen. Zoolog. Anzeiger II 522. III 111. 1879 et 1880.
CXX L. Lortet. Poissons et reptiles du lac de Tibériade. Arch. Museum hist. nat. Lyon. III 1883.
CXXI Voir les récensions d'Al. Humbert. Arch. de Genève XLVIII 89, LI 372. 1872 et 1873.
CXXII La Nature, II I 186. Paris 1873.
CXXIII Al. Agassiz. Hydrographical sketsch of lake Titicaca. Proc. of americ. Acad. of arts and sc. Vol. XI n° XXIV 283. 1876.
CXXIV Bull. Mus. comp. Zoology, Harvard college III, n° 11.
CXXV S. Clessin. Deutsche Excursions-Molluskenfauna. Nürnberg 1876.
CXXVI P. Kramer. Neue Acariden. Wiegmann's Arch. XLV, I 7. Berlin 1879.
CXXVII W. Spring. La couleur des eaux. Revue scientific XXXI 161. Paris 1883.
CXXVIII J.-L. Soret. Sur la couleur des eaux. Arch. de Genève XI 276. 1884.
CXXIX P. Pavesi. Brani biologici, etc. R. ist. lombardo. Adun. 6 Marzo 1884. R. C. II XVII VI.
CXXX H. v. Ihering. Die Thierwelt der Alpenseen, etc. Nord und Süd. X 29.
CXXXI Archives de Genève XI 538. 1884.
CXXXII ibid. pag. 543.
CXXXIII A. Brot. Les Naïades. Assoc. zool. Léman. Genève 1867.
CXXXIV J. Murray and Renard. Deep-see deposits. Nature XXX 86. London 1884.
CXXXV Voyez la note de C. Vogt. Actes soc. helv. sc. nat. Aarau 1881. p. 94.
CXXXVI R. Billwiller. Die Kälteperiode im Winter 1879—80. Schweiz. meteor. Beob. XV, p. XI.
CXXXVII C. Marignac. Proportion de matière organique contenue dans l'eau du Rhône. Genève 1884.
CXXXVIII H. Fol et P.-L. Dunant. Nombre des germes vivants des eaux de Genève. Mém. soc. phys. XXIX n° 3. Genève 1884.
CXXXIX H. Blanc. Soc. vaud. sc. nat. Séance 21 juin 1884.
CXL Comptes-rendus acad. sc. Paris. XCIX 783. 10 nov. 1884.

CXLI J. Brun. Végétations pélagiques du lac de Genève. 3e bull. soc. bot. Genève. 17 juin 1884.
CXLII H. Blanc. Note sur le Ceratium hirundinella. Bull. soc. vaud. sc. nat. XX 305. Laus. 1884.
CXLIII G. Asper. Répartition de la faune pélagique dans les diverses profondeurs de l'eau. Soc. helv. sc. nat. Zurich 1884. Arch. de Genève XII 441. 1884.
CXLIV O.-E. Imhof. Flagellés du genre Dinobryon, membres de la faune pélagique. Ibid. p. 442.
CXLV A. Weismann. Die Entstehung der cyclischen Fortpflanzung bei den Daphniden. Loc. cit. (LXIII) VII Abtheilung 327. 1879.
CXLVI Soc. helv. sc. nat. Lucerne 1884. Arch. de Genève XII 489. 1884.
CXLVII ibid. XII, 158. 1884.
CXLVIII H. Wild. Die Lichtabsorption der Luft. Poggendorff's Ann. CXXXIV 582. Berlin 1858.
CXLIX O.-E. Imhof. Weitere Mittheilungen über die pelag. und Tiefseefauna der Süsswasserbecken. Zool. Anzeiger VIII 160. 1885.
CL G. Haller. Beiträge zur Kenntniss der schweiz. Milbenfauna. Vierteljahrsschr. der Zürcher Naturf. Gesellschaft. 1885.
CLI F. Zschokke. Vers parasites des poissons d'eau douce. Thèses de Genève. Gand, 1884.
CLII O. Zacharias. Ein Monotus des süssen Wassers. Zool. Anzeig. n° 183. 1883.
CLIII — Fauna des grossen und kleinen Teiches im Riesengebirge. Zeitschr. für wissensch. Zoologie XLI 483. Leipzig 1885.
CLIV G. du Plessis. Notice sur les Monotidés d'eau douce. Zool. Anzeig. VIII 291. 1885.

F.-A. Forel. *Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du lac Léman.* Bull. soc. vaud. sc. nat. — Librairie Rouge à Lausanne.

Ire série. Bull. XIII, p. 1—164. pl. I—III. 1874.

Avant-propos	F.-A. Forel.
§ I Topographie du Léman	id.
§ II Nature du fond	id.
§ III Limon du fond du lac	E. Risler et J. Walter.
§ IV Méthode de draguage	Forel.
§ V Recherche des animaux	id.
§ VI Conditions de milieu	id.
§ VII Recherches photographiques, transparence de l'eau	id.
§ VIII Migrations des Poissons	H. Chatelanat.
§ IX Sondages thermométriques	Forel.
§ X Esquisse de la faune profonde	Forel et G. du Plessis.
§ XI Aperçus de géographie zoologique	Forel.
§ XII Larves d'Insectes	D. Monnier.
§ XIII Hydrachnides (Pl. I et II)	H. Lebert.
§ XIV Entomostracés	H. Vernet.
§ XV Mollusques	A. Brot.
§ XVI Turbellariés (Pl. III)	G. du Plessis.
§ XVII Algues	J.-B. Schnetzler.
§ XVIII Diatomées	J. Kübler.
§ XIX Feutre organique	Forel, C. Vogt, Schnetzler.
§ XX Pisidiums	S. Clessin.
§ XXI Liste provisoire des espèces	Forel.
§ XXII Draguages dans quelques lacs suisses	id.

II° série. Bull. XIV, pag. 97—166. 1875.

	Avant-propos	F.-A. Forel.
§ XXIII	Topographie du Léman	id.
§ XXIV	Cailloux renfermés dans le limon	id.
§ XXV	Analyse chimique du limon	Risler et Walter.
§ XXVI	Appareils pour l'exploration du lac	Forel.
§ XXVII	Conditions de milieu	id.
§ XXVIII	Transparence de l'eau du lac	id.
§ XXIX	Analyse chimique de l'eau du Léman	R. Brandenburg.
§ XXX	Physiologie de la respiration dans les grandes profondeurs	Forel.

III° série. Bull. XIV, pag. 201—364. Pl. II bis à VII. 1876.

§ XXXI	Esquisse de la faune littorale	Forel.
§ XXXII	Faune pélagique	id
§ XXXIII	Flore pélagique	id.
§ XXXIV	Esquisse de la faune profonde	id.
§ XXXV	Pisidiums (Pl. III bis)	S. Clessin.
§ XXXVI	Position systématique du Vortex Lemani (Pl. IV)	L. Graff.
§ XXXVII	Vortex Lemani	G. du Plessis.
§ XXXVIII	Mesostomum Morgiense (Pl. V)	id.
§ XXXIX	Niphargus puteanus, var. Forelii (Pl. VI et VII)	A. Humbert.

IV° série. Bull. XV, pag. 497—535. Pl. VIII et IX. 1878.

	Avant-propos.	Forel.
§ XL	Hydrachnides de la faune profonde	H. Lebert.
§ XLI	Acanthopus, genre d'Ostracodes (Pl. VIII et IX)	H. Vernet.
§ XLII	Entomostracés. Moina bathycolla.	id.

V° série. Bull. XVI, pag. 149—169. 1879.

§ XLIII	Analyse chimique du limon	A. Hochreutiner.
§ XLIV	Analyse chimique de l'eau profonde	R. Brandenbourg.
§ XLV	Turbellariés de la région profonde	G. du Plessis.
§ XLVI	Infusoires hétérotriques	id.
§ XLVII	Rhizopodes du limon	id.
§ XLVIII	Parasites des Poissons du Léman	G. Lunel.

VI° série. Bull. XVI, pag. 313—394. Pl. X—XII. 1879.

	Avant-propos	Forel.
§ XLIX	Hydrachnides du Léman (Pl. X et XI)	H. Lebert.
§ L	Asellus Forelii (Pl. XII).	H. Blanc.

ESSAI

SUR LA

FAUNE PROFONDE DES LACS DE LA SUISSE

PAR

LE Dr **G. DU PLESSIS-GOURET**

PROFESSEUR DE ZOOLOGIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES A LAUSANNE

MÉMOIRE COURONNÉ

PAR

LA SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES,

LE 16 SEPTEMBRE 1884 A LUCERNE

Faune profonde des lacs de la Suisse.

„L'infini vivant!“ Michelet.

Introduction.

Les sociétés animales qui peuplent tous nos lacs peuvent se rapporter à trois groupes, constituant trois faunes bien distinctes. Le premier se compose des animaux du rivage, habitant la zône littorale. Cette région, soumise, vu son peu de profondeur, à l'action des rayons solaires est par conséquent aussi celle de la flore lacustre, car la lumière diffuse ou rayonnante qui peut plus ou moins arriver jusqu'au sol y fait éclore diverses plantes vertes qui constituent la végétation du fond. Ces plantes servent de nourriture et aussi d'abri à bon nombre d'animaux.

Outre la lumière, l'agitation de l'eau produite par l'action du vent et des vagues n'est pas sans influence sur les mœurs et les habitudes des animaux riverains. En revanche ils ne sont soumis dans ces eaux peu profondes qu'à une faible pression. Enfin, quant à la température l'eau des rives en suit toutes les variations, selon les saisons le jour et la nuit, la hauteur du soleil sur l'horizon etc. etc.

Le sol de la rive est aussi composé de matériaux différents de ceux du fond. Ce sont des débris de roches diverses, des cailloux plus ou moins roulés, du gravier, des détritus de tout genre. Tout cela sert de retraite aux animaux et de point d'appui aux plantes. Mais les êtres qui se cachent dans ces retraites pour fuir une trop vive lumière, ou éviter leurs ennemis, proviennent eux-mêmes de ceux qui pullulent dans les eaux stagnantes ou courantes des pays circonvoisins et qui sont portés dans nos lacs par leurs nombreux affluents, ou à la suite des orages et des pluies d'été amenant le régime des hautes eaux. Tous les animaux de ce premier groupe composent ce que l'on nomme la *Faune littorale!*

Une seconde partie de la population lacustre est constituée par des animaux *bons nageurs*, vivant perpétuellement entre deux eaux, montant plus ou moins vers la surface ou se replongeant dans les profondeurs selon que l'eau est calme ou agitée, froide ou chaude, obscure ou éclairée. Tandis que les espèces de la *faune littorale* ne se distinguent en rien de leurs congénères du pays environnant, les animaux dont nous parlons diffèrent au contraire de tous les habitants ordinaires du rivage ou de ceux des eaux

stagnantes et courantes. Ils se reconnaissent toujours aux caractères suivants. D'abord ils sont incolores et parfaitement transparents. Ils sont d'ordinaire presqu'invisibles dans l'eau tant ils en imitent la nuance. Leurs organes natatoires sont si puissamment développés qu'ils peuvent nager jour et nuit sans jamais se reposer. Les organes des sens sont très développés aussi, surtout les yeux qui montrent souvent, relativement à la masse totale du corps, un très grand volume et une structure compliquée. Ce sont en général des animaux très carnassiers vivant de proie et s'entredévorant. Tous les animaux de ce second groupe forment ce qu'on est convenu d'appeler la *Faune pélagique.*

Le troisième groupe enfin est formé surtout par ceux des animaux de rivage qui, pour échapper à la *concurrence vitale* ont suivi la déclivité du sol et ont ainsi, de proche en proche, gagné les plus grandes profondeurs de nos bassins d'eau douce. Ces êtres-là vivent maintenant dans des conditions toutes particulières lesquelles, agissant continuellement et depuis un temps incalculable sur eux, ont dû finir par les modifier jusqu'à un certain point. Ces conditions sont en résumé: *Pression considérable*, *température basse et invariable*, *lumière nulle ou excessivement atténuée*, *agitation nulle*, *flore nulle*, régime uniquement *carnassier*, sol meuble et *sans abri.*

De ces conditions deux surtout, le froid et l'obscurité, sembleraient hostiles à la vie animale, car elles en traînent forcément l'absence de végétation. Or dans l'air et sur la terre la vie animale dépend directement ou indirectement de la vie végétale et ici le froid et le manque de lumière sont des causes de mort; mais dans l'eau il en est autrement. Les régions profondes glacées et ténébreuses pullulent, au contraire, d'êtres vivants de toute classe. C'est surtout le cas dans les abîmes de la mer mais le fait se retrouve dans le fond des lacs. Or les animaux de ces régions, que la zoologie moderne étudie avec prédilection depuis une dizaine d'années, forment par leur ensemble ce que l'on appelle la *Faune profonde.* Ils ont, comme ceux des groupes précédents, leurs signes particuliers. Ils sont plus petits que leurs congénères du rivage. Ils sont très peu colorés et souvent tout à fait pâles, mais ordinairement ils sont opaques et très rarement translucides. Enfin, et c'est là un fait qui a frappé tous les observateurs, leurs yeux sont en général très petits, souvent atrophiés et quelques espèces présentent la plupart des sujets complétement aveugles; cela chez des espèces provenant d'animaux riverains parfaitement oculés. Ce qui est aussi fort étonnant c'est que parmi les individus d'une même espèce ordinairement aveugle, on en trouve toujours quelques-uns qui présentent encore des traces d'organes visuels ou même des yeux fort petits.

Nos animaux de la faune profonde ont aussi un genre de vie fort différent de ceux de la rive. Ils habitent un limon impalpable sur lequel ils rampent, dans lequel ils s'enfouissent en y creusant des galeries, quelques-uns se fixent à la surface. La plupart rampent. Très peu savent nager. Ils vivent les uns des autres en se faisant une guerre acharnée. Enfin comme les conditions physiques de leur existence ne varient plus du tout suivant les saisons, il n'existe pour eux ni été ni hiver et leur maturité sexuelle

peut se présenter à tous les moments de l'année. En toute saison ils procréent des oeufs et des petits. Ce sont ces animaux de la *faune profonde* qui font l'objet de ce concours. Nous disons de la *faune profonde* et non de la faune *des abîmes*. Celle-ci en effet n'existe pas dans nos lacs. Leurs plus grandes profondeurs ne sont encore rien en comparaison des *abîmes de la mer*. Là en effet l'on trouve deux faunes superposées. L'une celle des eaux profondes supérieures, privées de flore et de lumière, l'autre celle des eaux abyssales inférieures. C'est celle des énormes pressions et des gouffres insondables. Il est prouvé par la toute récente campagne du Talisman que ces deux faunes superposées restent distinctes et ne se mêlent jamais. La première seule, la *faune profonde supérieure*, a des représentants dans tous nos lacs et c'est à notre collègue le professeur F. A. Forel, que revient le mérite d'avoir attiré le premier sur ce sujet l'attention des naturalistes Suisses. Nous avons été dès le début un de ses collaborateurs dans ces recherches; nous avons publié plusieurs fois des travaux spéciaux sur diverses classes et ayant enfin observé pour notre propre compte en divers lieux la faune profonde nous avons rassemblé nos résultats dans ce travail.

On peut traiter un tel sujet à deux points de vue opposés, savoir: dans l'intention de fonder beaucoup *d'espèces nouvelles* ou bien au contraire, *d'en restreindre le nombre autant que possible*. C'est ce dernier parti que nous avons pris ici. Nous nous sommes attaché d'abord à bien déterminer quels sont les animaux du fond se rapportant à des espèces bien connues; déjà bien décrites et figurées. Nous avons établi aussi bien que nous avons pu la synonymie de ces espèces en citant les auteurs qui servent de garantie et pour éviter d'inutiles répétitions pour ne pas allonger le travail en copiant des descriptions déjà assez connues toutes les fois qu'il s'est agi d'espèces dont le nom seul équivaut à une description, nous nous sommes borné à indiquer le nom spécifique le plus admis suivi de ses synonymes.

Pour les rares espèces inédites ou décrites seulement depuis peu de façon à n'être pas généralement connues, nous faisons suivre leurs noms d'une description détaillée et s'il y a lieu de figures. Nous n'avons nous-même admis ces nouvelles espèces qu'avec beaucoup de circonspection et avec quelque défiance, sachant que la zoologie n'a rien à gagner mais beaucoup à perdre par l'augmentation inutile des synonymes déjà trop nombreux, ce qui arrive encore trop souvent aux zoologistes les plus instruits à cause de l'impossibilité de se procurer et d'utiliser le déluge des publications contemporaines. La *spécification* exacte des animaux des diverses classes dans nos divers lacs laisse encore beaucoup trop à désirer pour qu'on ait pu songer ici à décrire la faune de chaque lac en particulier. Nos lacs sont beaucoup trop nombreux et encore trop peu explorés pour que ce soit possible. Ce que nous pouvions faire actuellement et ce que nous avons fait consiste surtout à traiter classe après classe, les divers genres et espèces de la faune profonde en indiquant pour chaque espèce en particulier la station où elle habite, les localités où elle se rencontre, les divers lacs où elle se retrouve en Suisse

et enfin son origine et sa provenance probable, le tout sous la responsabilité des auteurs dont nous citons les noms. Cette révision générale de toute la faune profonde forme la partie essentielle de notre travail; nous la faisons suivre d'un chapitre détaillé sur les conditions générales de la vie auxquelles sont soumis les animaux de la faune profonde et nous terminons tout ce travail en traitant de l'origine de la faune profonde et en présentant les diverses hypothèses mises en avant pour l'expliquer.

Terminons par quelques mots sur les moyens que nous avons employés dans nos recherches personnelles, sur les lacs du canton de Vaud. Nous nous sommes servi au début de la petite drague à bidon de M. Forel et, toutes les fois qu'il s'agit de ramener purement et simplement le limon du fond c'est toujours là le meilleur outil. Le dit limon est alors passé par des tamis de plus en plus fins et l'on trie ainsi rapidement les animaux les plus grands. Pour les espèces fort petites on laisse reposer le limon dans de larges cuvettes. On en écrème la surface à la cuiller et on met reposer cette superficie dans des bocaux en verre hauts de forme et entièrement remplis d'eau. On observe tous les jours leurs parois à la loupe. Souvent des semaines entières après le dragage nous découvrons de cette façon diverses espèces presque microscopiques rampant sur les parois en sortant du détritus. C'est ainsi par exemple que nous découvrons les Arctiscon et les Halacarus qui sont de très petits Arachnides.

S'il s'agit au contraire d'écrémer la surface du sol pour ramener seulement le détritus floconneux, composé des débris d'Entomostracés pélagiques tombés au fond, alors nous employons toujours la petite drague à râteau de M. Forel. Elle amène très régulièrement cette espèce de charnier. Il n'y a nul besoin de le tamiser. On le divise simplement en parcelles que l'on dépose dans les bocaux susdits. On remplit les vases par dessus la couche de détritus avec de l'eau du même dragage et on laisse reposer à la cave, au frais et à l'obscurité.

Après quelques heures de repos l'on n'a plus qu'à porter les bocaux au jour et à les explorer avec la pipette et la loupe. On sera étonné de la foule d'animaux de toutes classes qui y grouillent. C'est le genre de pêche qui donne la plus grande abondance d'animaux, mais ce ne sont pas toujours exclusivement des animaux du fond, car en ramenant le sac des couches profondes vers la surface il filtre l'eau et il peut s'y engager durant le trajet quelques espèces pélagiques. Mais il suffit d'en être prévenu pour éviter cette cause d'erreur. Dans les jours chauds de l'été et du printemps non seulement nous plaçons les vases à la cave, mais nous y jetons même des morceaux de glace. Puis en examinant les bocaux nous ne les laissons pas séjourner trop longtemps à la vive lumière du jour. Par ces simples moyens nous avons en tout temps pu nous procurer des animaux de la Faune profonde en quantité suffisante et nous en avons toujours conservé assez longtemps pour pouvoir les observer à loisir. C'est le résultat de toutes ces observations que nous exposons en détail dans les chapitres suivants.

Première partie.

Embranchement des Protozoaires. Psychodiaires, Bory St. Vincent. Phytozoïdes. Perty. Protistes, Haeckel.

Cette section de la faune lacustre profonde est très difficile à traiter. Il faut ici examiner le limon et le détritus *immédiatement* après la pêche à l'aide de la loupe et du microscope muni de toute la série d'objectifs des plus faibles aux plus forts et l'on doit terminer la recherche en peu d'heures. Ceci sous peine de prendre pour habitants réguliers du fond certaines espèces cosmopolites dont les germes semés par l'atmosphère environnante dans l'eau des vases, se développent souvent très vite dans certaines circonstances. On ne sera donc autorisé à considérer comme *formes du fond* que les espèces rencontrées de suite dans le limon ou le détritus retiré avec la pipette et étalé sur divers porte-objets. Vu l'immense espace que représente pour des êtres si petits le produit d'un seul dragage, les espèces peu nombreuses d'ailleurs sont nécessairement très disséminées et il faut souvent perdre bien du temps en tâtonnements inutiles avant d'avoir sous le microscope des échantillonsdu fond qui en contiennent. D'ailleurs nous avons toujours vu jusqu'ici que les Protozoaires du fond étaient plutôt rares et peu nombreux.

Aucun auteur contemporain n'ayant jusqu'à présent traité ce sujet, les seuls documents précis et exacts rassemblés ici proviendront exclusivement de nos propres recherches dont nous avons déjà publié en partie les résultats dans le Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles No. 81, page 160 et suivantes.

Ces recherches n'ont pu porter encore que sur le lac Léman, mais bien qu'à peine ébauchées, elles ont déjà pu servir de point d'appui à d'autres observateurs. Un de nos jeunes confrères, le Doct. H. Blanc à Lausanne a pu confirmer tous nos résultats et les complètera sans doute par une méthode spéciale de recherches, qui sera très utile pour explorer surtout les Protozoaires du fond. La méthode consiste à descendre, jusqu'au sol du fond, une croix composée de quatre glaces solides et larges. On laisse ces plaques de verre séjourner plusieurs jours à la place voulue que l'on reconnaît par une bouée et on les retire ensuite pour racler le sédiment qui s'est déposé à leur surface. L'on est toujours sûr d'y trouver des Rhizopodes et des Infusoires. Il faudra s'attendre à des résultats nouveaux pour la zoologie lacustre et nous regrettons que le délai fixé nous empêche d'avoir la suite de tout ceci pour en publier le résultat.

Première Classe. **Rhizopodes.** Dujardin.

Premier Ordre. **Rhizopodes irréguliers ou asymétriques.**

Dès le début des dragages nous avons très attentivement recherché ces êtres et nous n'en avons trouvé jusqu'ici qu'un très petit nombre. Dans les eaux du littoral ils

sont au contraire très communs. On ne peut examiner le détritus du fond des marais, ou bien l'enduit limoneux qui y revêt souvent les plantes et les pierres sans y rencontrer plusieurs espèces différentes, représentées parfois par une multitude d'individus. Il y a donc un contraste frappant entre la richesse de la *faune littorale* et la pénurie de la *faune profonde* en fait de *Rhizopodes*. Nous constaterons le même fait pour la classe des *Infusoires* et nous en indiquerons alors la raison selon nos idées. C'est dans l'hiver de 1877—78 que nous avons fait nos premières observations et c'est parmi le détritus moléculaire floconneux ramené par la drague à râteau que nous avons trouvé les quelques espèces que nous allons citer, qui toutes se rapportent à des formes bien connues, déjà plusieurs fois décrites et figurées dans divers bons ouvrages sur cette classe.

Genre I. Amoeba.

Espèce No. 1: **Amoeba proteus,** Linné. — **Amoeba princeps,** Ehrenberg. **Amibe majeure,** Dujardin.

Espèce anciennement connue; déjà bien souvent décrite et figurée par tous les auteurs. Les figures les plus parfaites et qui représentent l'animal à tous les degrés d'expansion et dans toutes les attitudes se trouvent dans la magnifique monographie des Rhizopodes d'eau douce des Etats Unis par Joseph Leidy de Philadelphie (voir: Leidy „Fresh-water Rhizopodes" Pl. I, II, IV, fig. 13—19. Pl. VIII, fig. 17, 30).

M. Gruber pense que d'après certaines différences dans le noyau on doit scinder cette espèce en deux, l'une conservant le nom de *proteus*, l'autre celui de *princeps*. En attendant que la question soit vidée nous donnerons ces deux noms comme synonymes.

Station et localités. L'espèce habite parmi le détritus moléculaire du fond du lac devant Ouchy et Morges. On l'aperçoit en enlevant avec la pipette des parcelles de ce charnier qu'on étale sur les porte-objets. Nous l'avons ramenée d'abord de 45 mètres de fond devant Ouchy et ce printemps nous l'avons retrouvée ainsi que Mr. Blanc dans des détritus provenant de 120—150 mètres environ. Elle est donc commune.

Origine et provenance. L'espèce étant fréquente dans les mares du littoral à Vidy et dans les sédiments des ruisselets près du lac il est évident que les sujets du fond du lac proviennent par émigration de la faune littorale.

Il est intéressant de remarquer que Mr. Vejdovsky a retrouvé ce Rhizopode dans le détritus des puits profonds et privés de lumière à Prague.

Espèce Nr. 2. **Amoeba verrucosa,** Ehrenberg. — **Amoeba terricola,** Dujardin.

Dans notre premier dragage nous avons vu souvent cette espèce qui est anciennement connue et dont il existe également les meilleures figures dans Leidy „Fresh-water Rhizopods of North America, Washington 1879." Nous la rapportions alors à *l'Amoeba*

terricola Greef à laquelle elle ressemble en tout point, mais cette dernière n'habitant pas l'eau, notre espèce est plutôt celle d'Ehrenberg et les figures de Leidy se rapportent parfaitement à nos exemplaires.

Station et localités. L'espèce se tient comme la précédente dans le détritus ramené du fond devant Ouchy. Nous l'avons vue d'abord en draguant par 40—50 mètres puis ce printemps même nous l'avons revue dans les produits d'un dragage fait par 150 mètres devant Ouchy.

Origine et provenance. Comme pour la précédente il y a eu évidemment importation de la faune littorale, car l'espèce habite également les marais du bord du lac. Mr. Vejdovsky l'a trouvée aussi dans le sédiment des puits de la ville de Prague.

Espèce Nr. 3. **Amoeba radiosa,** Ehrenberg. — **Amoeba brachiata,** Dujardin. Infus. pl. IV. — **Amoeba ramosa,** Ibid. — **Astramoeba radiosa,** Veidovsky (Ueber Rhizopoden der Brunnen von Prag). — **Dactylosphaera radiosa,** Bütschli, 1880.

Cette espèce, très caractéristique, est comme les autres admirablement représentée dans Leidy, Pl. IV, fig. 1—18. Nous l'avons trouvée plusieurs fois ce printemps, ainsi que Mr. Blanc, néanmoins toujours rarement et en exemplaires isolés.

Station et localités. L'espèce se tenait dans le détritus du fond devant Ouchy par 150 mètres environ.

Origine et provenance. L'animal provient de la faune littorale, car il est commun dans toutes nos eaux stagnantes. Mr. Veidovsky le cite aussi à Prague dans les puits.

Genre II. Difflugia.

Espèce Nr. 1. **Difflugia urceolata,** Ehrenberg. Carter. Peut être spec. nov. Gruber.

Nous rapportons à la *Difflugia urceolata*, Ehrenberg, une très grosse espèce que Mr. Gruber considère comme nouvelle mais qui d'après les magnifiques figures de Leidy (loc. citat.) serait néanmoins tellement semblable par tous les détails à la *Difflugia urceolata*, qu'on ne saurait l'en distinguer. Nous pensions d'abord rapporter l'espèce lors de notre premier travail à *Difflugia proteiformis*, Ehrenberg, mais les planches de Leidy nous montrent qu'elle est plus voisine de *Difflugia urceolata* que de toute autre espèce.

Station et localités. Nous avons été le premier à découvrir et à signaler ce Rhizopode dans le détritus ramené par la drague devant Ouchy par 45 mètres de fond. Ensuite Mr. Forel le retrouva en très grande abondance devant Morges par 50—60 mètres et nous l'avons également revu Mr. Blanc et moi ce printemps devant Ouchy par 150 mètres de fond.

Origine. Il est probablement, comme les précédents, aussi d'origine littorale, car nous l'avons retrouvé au petit lac de Bret et il est commun dans diverses eaux stagnantes en Europe.

Ajoutons encore ici un genre dont l'espèce n'a pas été encore trouvée en Suisse, mais qui n'y manquera probablement pas.

Genre III. Cyphoderia.

Espèce Nr. 1. **Cyphoderia margaritacea.**

Station et localités. Se trouve, d'après Mr. Imhof, au fond des lacs du Bourget et d'Annecy en Savoie.

Second Ordre. Rhizopodes réguliers ou radiaires. — Héliozoaires.

De cet ordre, qui renferme quelques très élégantes espèces d'eau douce, nous ne connaissons encore comme forme du fond qu'un seul genre avec une seule espèce. Les meilleures figures sont encore ici dans l'ouvrage de Leidy déjà cité souvent.

Genre I. Actinosphaerium.

Espèce Nr. 1. **Actinosphaerium Eichhornii,** Ehrenberg.

Nous avons rencontré pour la première fois ce Rhizopode dans nos dragages de ce printemps et Mr. Blanc l'a aussi trouvé.

Station et localités. L'animal se tenait dans le détritues moléculaire provenant d'un dernier dragage fait au large d'Ouchy par 150 mètres de profondeur. Les exemplaires étaient fort petits.

Origine et provenance. L'espèce étant fréquente dans les mares du littoral notamment à Vidy, elle est certainement d'importation littorale.

Mr. Veidovsky trouve cet animal très fréquemment dans les puits profonds et privés de lumière.

Seconde Classe. Infusoires.

Dès le début de nos recherches nous fûmes très frappés de la rareté de ces êtres dans le limon ou le détritus du fond, examiné de suite après la pêche. Au bout de quelques jours on voit bien de nombreux infusoires paraître, il est vrai, dans les bocaux, mais ces espèces sont des formes cosmopolites dont les genres sont semés partout par l'air ambiant; elles n'ont rien à faire avec la faune profonde. Voici comment nous nous expliquons cette pénurie d'infusoires dans la *faune profonde*, alors qu'ils abondent partout dans la *faune littorale.*

Nous expliquons la chose par le besoin qu'ont presque tous nos Infusoires de rester plus ou moins longtemps dans l'état connu sous le nom *d'enkystement* et dans lequel ils supportent parfaitement la dessiccation et le gel. Il semble même que, dans ces kystes, l'animal éprouve une sorte de rajeunissement; si l'on vient à observer des infusions d'abord très riches en genres et espèces variées, au bout de quelques semaines l'infusion s'apauvrit. Toutes les espèces disparaissent l'une après l'autre et tombent au fond du vase pour s'y enkyster. Si alors on laisse évaporer à sec le sédiment pour le réhumecter au bout de quelques mois, on voit, quelques jours après l'opération, tous les kystes s'ouvrir en laissant échapper des multitudes de jeunes Infusoires qui s'y étaient produits par division répétée des individus enkystés. Ces alternatives nécessaires de sécheresse et d'inondation ne peuvent avoir lieu au fond du lac, mais le long du littoral le bord du lac est soumis aux fluctuations des hautes et basses eaux et les Infusoires peuvent s'y enkyster; aussi y trouve-t-on toutes les espèces du pays environnant. Remarquons de plus que la plupart des espèces trouvées au fond du lac sont des formes parasites que d'autres animaux pélagiques ou littoraux ont pu porter dans la faune profonde. C'est le cas pour les Bryozoaires, les Crustacés et les Arachnides et aussi pour les larves d'insectes. Tous portent souvent des Infusoires parasites.

A. INFUSOIRES FLAGELLÉS.

Dans cette section nous n'avons jusqu'ici aucune espèce à citer habitant normalement et régulièrement le fond de nos lacs. Nous avons, il est vrai, rencontré fréquemment au fond du Léman devant Ouchy la carapace d'une très grande espèce appartenant aux Péridiniens. Il s'agit du *Ceratium hirundinella*, O. F. Müller, que Mr. Imhof considère comme nouvelle espèce sous le nom de *Ceratium reticulatum*. Toutefois, comme cette espèce est pélagique et littorale et que tous les exemplaires que nous avons eu du fond étaient morts, nous pensons que leurs carapaces tombent de la surface au fond du lac, comme celles des Entomostracés pélagiques et que par conséquent l'espèce n'appartient nullement à la faune profonde.

B. INFUSOIRES CILIÉS.

Premier Ordre. **Vorticelliens.**

Dans cet ordre la plupart des espèces sont fixées. Beaucoup vivent établies sur d'autres animaux littoraux ou pélagiques. Aussi sont ce là les premiers Infusoires reconnus par nous dans la faune profonde, où ils ont été emmenés probablement par des animaux sur lesquels ils étaient fixés.

Genre I. **Vorticella.**

Espèce Nr. 1. **Vorticella convallaria,** Ehrenberg.

Nous avons souvent rencontré cette espèce très caractéristique et dès longtemps connue et figurée par tous les spécialistes.

Station et localités. Nous avons trouvé l'espèce devant Villeneuve, Ouchy et Morges à toutes les profondeurs fixée sur divers Crustacés du fond, ne sachant pas nager tels que des Cypris, des Acanthopus, des Lyncées. De plus sur des Arachnides et Bryozoaires. Les sujets du fond sont simplement plus petits en général que ceux qui sont fixés en abondance sur des animaux ou des algues pélagiques.

Origine et provenance. La faune littorale et la faune pélagique ont fourni probablement les sujets du fond qui y ont été transportés par l'émigration de leurs porteurs.

Genre II. Epistylis.

Espèce Nr. 1. **Epistylis lacustris,** Imhof.

Nous avons rencontré sur divers Articulés du fond et sur les polypiers de la Fredericelle une Epistylis particulière, qui abonde aussi sur les Crustacés nageurs de la faune pélagique surtout sur les Cyclopes. Elle a été décrite et fort bien figurée par le Dr. Imhof sous le nom de *Epistylis lacustris.* Les exemplaires du fond ne diffèrent nullement de ceux de la surface.

Station et localités. Nous avons eu cet animal partout où nous avons dragué devant Villeneuve, Ouchy et Morges. Nous l'avons observé d'abord en colonies nombreuses sur les pattes de *l'Hygrobates longipalpis* venant des plus grandes profondeurs. Elle se retrouvait aussi très souvent sur les polypiers de la *Fredericella sultana* variet. et sur les valves de divers Crustacés Ostracodes.

Origine et provenance. Les sujets du fond auront été importés par des animaux de la faune pélagique.

Nous avons vu encore sur des Annélides du fond d'autres Epistylis plus grandes et de forme différente. Nous n'avons pas encore déterminé ces espèces-là. Mr. Imhof cite de plus dans les lacs de la Savoie *l'Epistylis nutans*, Ehrenberg. Nous ne l'avons pas encore vue ici. En revanche nous avons aperçu sur quelques larves de Diptères des exemplaires isolés de *l'Epistylis branchiophila*, Perty.

Second Ordre. Spirostomiens.

Genre I. Spirostomum.

Espèce Nr. 1. **Spirostomum ambiguum,** Ehrenberg. — **Trachelius ambiguus,** Ehrenberg. — **Holophrya ambigua,** Ehrenberg. — **Enchelys caudata,** Schrk. — **Spirostomum semi-virescens**, Perty.

Le nombre des synonymes indique déjà une espèce depuis longtemps connue. Elle est partout bien décrite et figurée, mais surtout dans l'ouvrage de Stein (Organismus der Infusionsthierchen). Cet infusoire est une véritable forme du fond. Nous l'avons souvent

rencontré dans le produit de tous les dragages faits par nous devant Ouchy dans les profondeurs moyennes de 30—50 mètres. Déjà Stein en avait trouvé au fond d'un lac et il dit aussi que cette même espèce se retrouve sur les bords de la Baltique et dans les salines de l'Adriatique. C'est du reste une forme cosmopolite. On la retrouve partout.

Station et localités. L'espèce se tient de préférence dans le charnier moléculaire déposé à la surface du limon et ramené par la drague à râteau. On peut déjà l'apercevoir à la loupe comme un mince filet blanc rampant sur les parois.

Origine et provenance. L'espèce étant commune dans les mares du littoral, surtout à Vidy, est sans doute d'importation littorale et les individus du fond ont émigré de la zône du rivage.

Genre II. Stentor.

Tous les Stentors étant de très grands Infusoires, souvent vivement colorés, il est facile de se convaincre que les espèces du fond proviennent toutes de celles du bord. L'importation se fait d'autant plus facilement que les Stentors, quoique pouvant bien nager, aiment néanmoins à se fixer aux Mollusques, aux Crustacés et aux débris de tout genre. Ils sont ainsi conduits passivement dans la région profonde et c'est une confirmation de notre observation générale qui est, que les espèces du fond sont toutes fixées ou aptes à se fixer.

Espèce Nr. 1. **Stentor polymorphus,** Ehrenberg. — **Vorticella polymorpha,** O. F. Müller. — **Vorticella cornuta,** O. F. Müller. — **Ecclissa viridis et cornuta,** Schrk. — **Stentorina polymorpha,** Bor. St. Vincent — **Stentor Mülleri,** Dujardin. — **Stentor polymorphus,** Clap. et Lachm.

Espèce très connue et très bien figurée, surtout dans Stein.

Station et localités. L'espèce se tient sur les carapaces d'Entomostracés tombées au fond du lac, ou sur les Bryozoaires et les feuilles pourries. Nous l'avons draguée sur le *bord du Mont* devant Morges, par 30—40 mètres de profondeur. Les sujets du fond plus petits que ceux du bord sont rarement verts.

Origine et provenance. L'espèce étant commune tout le long du littoral dans les mares de Vidy et de Morges, émigre de là dans les régions profondes.

Espèce Nr. 2. **Stentor coeruleus,** Ehrenberg. — **Stentor coeruleus,** Schm. — **Stentor coeruleus,** Stein.

Espèce aussi connue que la précédente et parfaitement figurée dans Stein. Elle se reconnaît de suite à sa belle couleur d'aigue marine qui devient parfois d'un bleu azuré.

Station et localités. Nous avons dragué l'espèce au même endroit que la précédente et dans les mêmes conditions. Elle a été trouvée par Mr. Imhof aux lacs du Bourget et d'Annecy et par nous au lac de Neufchâtel.

Origine et provenance. Cette espèce est particulièrement commune sous les pierres du bord depuis Villeneuve par Montreux, Vevey, St. Saphorin, Lausanne, Morges etc. Elle est également très commune sous les pierres des lacs de la Vallée de Joux. Son origine littorale ne peut donc faire l'objet d'aucun doute.

L'espèce est du reste cosmopolite. Schmarda l'a trouvée en telle abondance dans l'eau du Nil qu'elle la colore par places en bleu. Il l'a trouvée aussi dans les hauts lacs du Pérou à Païta. Rien d'étonnant par conséquent à la trouver au fond de nos lacs.

Espèce Nr. 3. **Stentor Roeselii.** — **Hydra stentorea,** Linn. — **Vorticella stentorea,** O. F. Müller. — **Vorticella flosculosa,** Schrk. — **Stentor solitarius,** Ok. — **Stentorina stentorea,** B. St. Vincent. — **Salpistes Mülleri,** Str. Whrigt.

Cette espèce, la plus anciennement connue et décrite, se reconnaît de suite à la gaine qu'elle sécrète autour de son corps. Elle forme très souvent de petits groupes sur le dos des petites coquilles des gastéropodes aquatiques.

Station et localités. L'espèce n'a été jusqu'ici draguée qu'une fois devant Morges par Mr. Forel à 60 mètres de profondeur environ.

Origine et provenance. L'espèce étant si commune dans les marais du rivage est sans aucun doute d'origine littorale.

APPENDICE. INFUSOIRES SUCEURS.

Genre I. Acineta.

Espèce Nr. 1. **Acineta elegans,** Imhof.

Nous avons vu constamment une très jolie Acinète accompagner les colonies de *l'Epistylis lacustris.* Elle nous a paru fort semblable à *l'Acineta elegans* susdite, sans pouvoir cependant donner ceci comme tout à fait sûr.

Addition. Nous ajoutons à la classe des Rhizopodes quelques espèces nouvelles, qui ont été publiées par Mr. H. Blanc à Lausanne depuis l'envoi de notre concours. Il les a découvertes à l'aide de sa nouvelle méthode de recherches, que nous avons citée ci-dessus en parlant des Protozoaires en général.

Mr. Blanc cite 12 espèces *dont nous connaissions déjà la moitié.* Les espèces que nous n'avions pas encore vues sont:

Nr. 1. *Arcella vulgaris,* Ehrenberg. Assez fréquente. Etangs du canton.

Nr. 2. *Centropyxis aculeata,* Stein. Assez fréquente. Nous la connaissons de divers étangs du canton et Veidowsky la cite dans les puits profonds.

Nr. 3. *Pamphagus hyalinus*, Leidy. Espèce très rare.

Nr. 4. *Hyalosphenia cuneata*, Stein. Très rare.

L'on voit que la plupart de ces espèces sont rares et n'ont pu être découvertes que par une méthode nouvelle de recherches.

L'espèce que j'indiquais dans mon premier travail sous le nom de *Difflugia proteiformis*, Ehrenberg, est retrouvée par Mr. Blanc, qui lui rapporte comme synonyme la Difflugia globulosa de Dujardin. Voici la liste complète de nos espèces:

1. Amoeba proteus. 2. Amoeba verrucosa. 3. Amoeba radiosa. 4. Difflugia globulosa. 5. Difflugia urceolata. 6. Cyphoderia margaritacea. 7. Arcella vulgaris. 8. Centropyxis aculeata. 9. Hyalosphenia cuneata. 10. Pamphagus hyalinus. 11. Actinophrys sol. 12. Une grosse *Difflugia*, probablement nouvelle.

Seconde partie.

Embranchement des Zoophytes. Coelentérés, Leuckh. Animaux plantes.

Ce groupe est composé en grande partie d'espèces marines; néanmoins deux des classes qui le composent, savoir celle des *Eponges* et celle des *Hydro-méduses*, renferment quelques rares représentants d'eau douce ou d'eau saumâtre, parmi lesquels il s'en peut rencontrer dans la faune profonde.

Classe des **Spongiaires. — Eponges.**

Genre I. Spongilla, Lamarck.

Espèce Nr. 1. **Spongilla lacustris,** Lieberkühn. — **Spongilla fluviatilis,** partim.

Cette espèce, tantôt d'une nuance grisâtre, tantôt colorée en vert, habite les rives de la plupart de nos lacs. On la connaît du Léman, des lacs de Neufchâtel, Bienne et Morat, de ceux de Joux, des Brenets et de Ter dans le Jura, de celui de Zurich, du Katzensee, du lac de Hofwyl, et sans doute, si on la cherche convenablement, on la trouvera dans tous nos lacs. Pour nous au Léman, nous l'avons observée à Chillon et entre Montreux et Clarens formant sous les pierres des colonies discoïdes, ainsi qu'à St. Saphorin et Rivaz. Tout cela ne concerne, il est vrai, que la faune littorale. L'espèce était aussi très commune sur les pilotis du port de Morges (Forel). Nous n'avons jusqu'à présent qu'une seule observation concernant sa présence dans la faune profonde, mais cette observation est tout à fait certaine et voici dans quelles conditions nous l'avons pu faire.

Station et localités. En draguant le lac de Joux nous avons retiré à peu près du point le plus profond avec la drague à râteau de grosses touffes d'un très intéressant

Bryozoaire qui n'avait jamais été signalé en Suisse. Il s'agissait de la *Paludicella articulata*, Ehrenberg, dont les colonies présentaient comme parasites, outre de très jolis exemplaires d'une Hydre rose (H. carnea Agass.) de petites boules irrégulières de la taille d'une noisette et qui n'étaient que de petites colonies sphéroïdes de la *Spongilla lacustris*. Cette forme profonde, qui n'est jamais incrustante ni rameuse comme celle du bord, se distingue de plus par une très belle couleur rose qu'elle doit comme d'autres animaux du fond à un régime composé d'entomostracés microscopiques, contenant des cellules adipeuses de cette couleur. Toutefois nous ne voudrions pas pour cette unique raison imposer un nom spécial à cette forme du fond. Sa figure arrondie et sa couleur ne constitue qu'une simple variété tenant à la localité où elle se trouve forcée de vivre.

Provenance et origine. Evidemment cette forme profonde provient d'individus du bord dont les gemmules se seront attachés aux Paludicelles qui vivent au fond.

Classe des **Hydro-médusaires,** Vogt. — **Acalèphes,** Cuvier.

Genre I. **Hydra,** Linné.

C'est l'unique genre d'eau douce que nous puissions citer ici attendu que le *Cordylophora lacustris*, All., malgré le nom qu'il porte, ne fut jamais trouvé dans aucun lac et ne se rencontre que dans des fleuves ou bassins communiquant avec la mer. C'est une forme d'eau saumâtre qui est arrivée graduellement à vivre dans l'eau douce. Le genre Hydra renferme plusieurs espèces littorales qui se rencontrent presque toutes en Suisse, telles que *Hydra viridis*, *pallens*, *fusca*, *grisea*, *oligactis*, *attenuata* etc.

Outre ces espèces il existe dans plusieurs lacs de la Suisse une petite Hydre qui du rivage descend jusque dans les plus grandes profondeurs. On en a retiré du Léman par près de 300 mètres de fond. Cette Hydre rouge ou plus exactement d'un rose très délicat couleur fleur de pêcher est souvent dans le fond presque incolore. Elle a été observée d'abord sur le littoral des lacs d'Irlande et d'Ecosse et nommée par Lewes *Hydra rubra*. Elle se rapporte parfaitement à une espèce d'Amérique, provenant des lacs des Etats-Unis et décrite par Agassiz sous le nom de *Hydra carnea*. Nous la citons donc comme espèce unique de la faune profonde.

Espèce Nr. 1. **Hydra rubra,** Lewes. — **Hydra carnea,** Agassiz. — Peut être aussi **Hydra gracilis,** Agassiz et **Hydra Rhaetica,** Asper.

Cette espèce semble fort répandue. Nous la connaissons déjà des lacs Léman, de Neufchâtel et Bienne, du lac de Joux et des Brenets, du lac Ter, du lac de Zurich, de Constance et des grands lacs de Sils et Silvaplana de sorte qu'il est probable qu'on la rencontrera partout. La forme du bord qui se trouve sous les pierres de la rive est beaucoup plus grande et parfois colorée en rouge de sang. C'est là forme *type* de *l'Hydra*

rubra de Lewes. Peut-être sont ce de grands exemplaires de cette forme-là que décrit Asper sous le nom de *Hydra rhaetica*, mais une comparaison exacte avec le type de Lewes serait nécessaire pour trancher la question. Les exemplaires des grands fonds sont au contraire souvent très petits avec des bras tout à fait minces et une forme très grêle. Dans cet état ils paraissent se rapporter à *l'Hydra gracilis*, Agassiz. Les formes venant des profondeurs moyennes offrent la nuance fleur de pêcher, nuance qui du reste provient du régime, car un jeune absolu rend en quelques jours ces Hydres incolores. Cette espèce dans cet état devient alors hyaline et montre mieux qu'aucune autre les particularités histologiques.

Station et localités. Dans le Léman l'espèce se tient surtout perchée sur les carapaces d'Entomostracés pélagiques formant au fond du lac un dépôt floconneux. Elle abonde aussi sur les filets de fond que les pêcheurs de Féras laissent séjourner dans les grandes profondeurs en hiver. C'est ainsi que nous l'avons vue devant Ouchy et Morges par 200—300 mètres. Nous avons retiré du fond du lac de Joux de fort beaux exemplaires perchés en masse sur le polypier des Paludicelles.

Origine. La forme de fond provient évidemment d'une importation de la faune littorale.

Troisième partie.

Embranchement des Molluscoïdes, M. Edw.

Ce groupe curieux présente des classes qui, par leur génération asexuelle gemmipare, produisent des colonies arborescentes ou phytoïdes qui rappellent dans la série des animaux binaires ce qui se passe chez les *zoophytes* parmi les animaux rayonnés. Une seule classe de cet embranchement fournit des animaux d'eau douce et des sujets de la faune profonde et c'est la classe des Bryozoaires.

Première Classe. **Bryozoaires,** Ehrenberg. — **Bryacéphales,** Bronn. — **Polyzoaires** des auteurs anglais.

Cette classe est fort mal représentée dans les eaux courantes ou stagnantes de la Suisse, alors que, dans d'autres pays comme l'Allemagne, l'Angleterre, la Belgique et le Nord de la France les principaux genres comptent partout des représentants. Toutefois en Suisse on rencontre plus souvent des Bryozoaires dans les lacs de montagne aux eaux pures et transparentes. En particulier dans le canton de Vaud, ce sont les lacs élevés du Jura dans la Vallée de Joux qui présentent à une altitude de plus de mille mètres des espèces de presque tous les genres décrits pour l'Europe. De toutes ces

espèces, qui fixent ordinairement leurs colonies sous les pierres du littoral, une seule peut être considérée comme descendant très généralement dans les profondeurs et comme faisant partie de la faune profonde proprement dite, il s'agit du genre ci-dessous.

Genre I. Fredericelle, Gervais. — Tubularia. Blumenbach et Pallas. Naïsa, Lamouroux.

Ce genre, créé par Paul Gervais en l'honneur de Frédéric Cuvier, est le premier qu'on ait signalé chez nous en Suisse dans la faune profonde et c'est Mr. Forel qui l'indiqua dès son premier catalogue de la faune profonde et cela sous le nom de Paludicelle. Dès que nous vîmes les échantillons nous reconnûmes de suite qu'il ne s'agissait pas ici de la Paludicelle d'Ehrenberg, mais que nous avions sous les yeux la *Frédericelle sultane*, décrite et figurée depuis longtemps par Blumenbach sous le nom de *Tubularia sultana*. Ce genre est très anciennement connu. L'éspèce type d'où provient la forme de la faune profonde est

Espèce Nr. 1. **Fredericella sultana,** Gervais. — **Tubularia sultana,** Blumenbach et Gmelin. — **Tubularia lucifuga,** Vaucher. — **Tubularia coralloïdes,** Pallas. — **Naïsa sultana,** Lamouroux. — **Plumatella glutinosa,** Fleming. — **Plumatella sultana,** Dumort. et Johnston.

Cette espèce est déjà fort répandue dans la faune littorale. Par exemple pour le Léman on trouve toujours ses colonies rampant sous les plus gros cailloux de la grève à *Villeneuve*, *Chillon*, *Montreux*, *Clarens*, *Rivaz*, *St. Saphorin*, *Lausanne*, *Morges* et *Genève*. Elle se montre plus rarement sur les Potamots et autres plantes du lac. Nous la connaissons aussi sur le littoral des lacs du Jura, tels que ceux de *Joux*, des *Brenets*,*) lac de *Ter*, de *Neufchâtel* et *Bienne*. Dans les autres lacs de la Suisse, si elle n'est pas encore signalée pour la faune littorale, c'est uniquement parce qu'on ne l'y a pas cherchée, car il n'y a pas de raison pour qu'elle ne se rencontre pas partout où il y aura d'assez gros débris de rochers sur la grève.

En revanche la forme profonde, qui établit ses colonies, *non plus sur des corps solides mais directement sur la vase*, a été trouvée presque dans tous nos lacs. Cette forme profonde, quand elle est bien développée, présente un polypier *dressé*, car l'animal se trouvant dans une eau *obscure et calme* n'a plus aucun besoin de se cacher et de ramper sous les pierres pour fuir la lumière qu'il redoute. Pour la même raison l'eau n'étant plus agitée, le polypier n'est plus fixé, mais il est simplement implanté directement dans

*) Dans ce dernier lac nous avons trouvé cet été, depuis l'envoi de ce concours, *la F. sultana* autour des entonnoirs et sous les pierres en touffes énormes aussi rameuses que celles citées par Mr. Asper au fond des lacs de l'Engadine.

la vase et l'animal ne le soude plus au sol, comme il le fait sur la grève, mais il le maintient libre. Il résulte de ceci une particularité fort curieuse et que jusqu'ici un seul genre (le genre Cristatelle) présentait. C'est la propriété de changer de place.

Mr. Forel a en effet remarqué que les petites colonies de la Fredericelle du fond se meuvent dans le limon de façon à venir à la surface de celui-ci, quand elles sont recouvertes par la vase qui les empêche de déployer leurs tentacules. Ce ne peut être qu'avec ces derniers et en se servant d'eux comme de point d'appui que l'animal parvient à traîner son polypier derrière lui. *Du reste ce ne sont que les très petites colonies qui peuvent se mouvoir de la sorte.* Celles qui sont très rameuses restent *fixées au sol.* Ce sont ces propriétés physiologiques insolites qui ont engagé Monsieur Forel à proposer pour cette Fredericelle du fond un nouveau nom spécifique, mais une comparaison minutieuse, nous ayant fait voir que l'animal qui construit ces colonies ne diffère absolument pas de celui qui se trouve sous les pierres du bord, et que le polypier lui même possède entièrement la même structure, nous voyons trop évidemment que la Fredericelle du fond est le même animal que celui du bord. Descendu au fond il y établit un polypier dressé et ambulant simplement pour profiter des nouvelles circonstances qu'il doit subir et auxquelles il faut bien qu'il s'adapte, mais ces nouvelles circonstances n'ont rien changé jusqu'ici à sa structure organique et pour cette raison nous ne pouvons considérer cette forme comme une nouvelle espèce et tout au plus l'acceptons-nous comme une simple variété adaptive. Toutefois comme d'autres zoologistes pourraient préférer à cet égard l'opinion de Mr. Forel nous proposerions en ce cas de donner à la nouvelle espèce un nom tiré de sa propriété physique la plus frappante qui est d'avoir un polypier *dressé.* On la nommerait dans ce cas *Fredericella erecta* (nobis) et on la définirait ainsi: *Polypier rameux dressé, découvert atteignant souvent de grandes dimensions, implanté d'une façon très mobile* dans le limon du fond. Colonies parfois ***ambulantes*** et pouvant ***ramper*** dans la vase.

Genre II. Paludicella, Gervais.

Ce très curieux genre n'avait jamais été signalé en Suisse. Il ne présente qu'une seule espèce.

Espèce Nr. 1. **Paludicella articulata,** Ehrenberg. — **Alcyonella articulata,** Ehrenberg. **Alcyonella diaphana,** Nord. — **Paludicella articulata,** Gervais. — **Paludicella articulata,** Allmann. — **Paludicella Ehrenbergii,** Van Beneden.

Cette intéressante espèce habite plutôt les eaux du Nord de l'Europe. Signalée en premier lieu par Ehrenberg aux environs de Berlin, elle fut retrouvée en Irlande par Thompson, puis en Belgique par Van Beneden et enfin aux environs de Paris par Paul Gervais. Nous même en dernier lieu, draguant avec Mr. Forel il y a quelques années

le lac de Joux (1009 mètres) nous retirions souvent par sa plus grande profondeur de grosses touffes ressemblant au premier abord à de la filasse ou bien au chevelu de certaines racines. Ayant mis les touffes dans un flacon nous reconnûmes à la loupe qu'on avait sous les yeux la *véritable Paludicelle.* Elle présente en effet des cellules claviformes arrangées en chapelet d'une façon absolument caractéristique et telle qu'il suffit d'en avoir vu une figure, même médiocre, pour la reconnaître partout. Les exemplaires retirés par nous formaient donc des colonies énormes composées de centaines de logettes d'une couleur ambrée et si transparentes qu'on pouvait voir tous les organes de l'animal y contenu. Ces Bryozoaires portaient sur leurs loges de très beaux exemplaires de *l'Hydra carnea ou rubra Leeves* et des colonies pisiformes rosées de la *Spongilla lacustris*, Lieberkh.

Station et localités. L'espèce de fond a ses colonies dressées et rameuses; elle se rencontre tout près du village du Pont, près de la rive du lac qui fait face à l'Abaye et c'est à peu près le point le plus profond du lac, soit 20—30 mètres. L'espèce se retrouve aussi sous les pierres du littoral, mais elle y est toujours beaucoup plus rare.*) Les colonies y sont rampantes collées sous les pierres et forment là un réseau à larges mailles composé d'un petit nombre de cellules arrangées en chapelet. Cette forme littorale rampante est la forme type telle qu'elle a toujours été figurée dans les ouvrages et surtout dans ceux de Van Beneden (Bryozoaires fluviatiles de la Belgique) où se trouvent les meilleures figures. L'on voit par là qu'il existe entre cette forme littorale et la forme du fond les mêmes rapports qu'entre les formes correspondantes de la *Frédericella sultana* et pour les mêmes raisons que nous avons données à propos de cette dernière nous ne considérerons pas non plus la Paludicelle du fond comme une espèce nouvelle. Nous avons été le premier et jusqu'ici le seul à signaler cette espèce en Suisse. Elle ne se trouve jusqu'ici que dans le lac de Joux et celui des Brenets, qui en forme la continuation directe. Il se pourrait bien toutefois que Mr. Asper l'ait retrouvée au lac de Côme.

Origine et provenance. La Paludicelle du fond provient évidemment de celle qui se rencontre sous les pierres du littoral et dont les gemmules (Hibernacles) tombent au fond du lac et s'y développent.

Genre III. **Cristatella**, Cuvier.

Voici encore un genre fort remarquable qui n'avait jamais été signalé en Suisse jusqu'ici et que nous avons été le premier à découvrir en draguant au mois d'Octobre le

*) Nous avons rencontré cette année même au mois de Septembre dernier autour des entonnoirs du lac des Brenets de puissantes touffes de cette Paludicelle sous les pierres même du bord. Elles étaient presque aussi développées que celles du fond et venaient des larves entraînées par les courants.

canal qui joint le lac de Joux à celui des Brenets près du village du Pont. Ce genre ne contient jusqu'ici qu'une espèce qui est ambulante et qui passe pour le seul Bryozoaire à colonie mobile.

Espèce Nr. 1. **Cristatella mucedo,** Cuvier. — **Cristatella vagans,** Lamarck. — **Cristatella mirabilis,** Dalyell.

Ce superbe Bryozoaire est non seulement le plus curieux, mais aussi le plus grand, le plus élégant et le plus transparent de tous ses congénères d'eau douce et c'est avec pleine raison que Dalyell lui donne le titre *d'admirable.* Tous les tissus en sont parfaitement diaphanes et comme la colonie ne sécrète ni enveloppe gélatineuse, ni polypier la peau laisse voir par transparence jusques aux moindres détails de l'organisation intérieure.

Station et localités. Nous n'avons jusqu'ici rencontré cette charmante espèce que dans les lacs de la Vallée de Joux par 1009 mètres d'altitude. Nous l'avons d'abord draguée en Octobre par une dizaine de mètres sur un fond composé de Charas. Chaque branche de ces plantes présentait alors de grandes colonies en forme de biscuit. Tous les exemplaires étaient remplis de Statoblastes. Quelques années après nous avons trouvé l'espèce sous les pierres du bord autour du lac des Brenets et en dernier lieu sur des bois et roseaux du petit lac Ter non loin des Charbonnières.

Origine et provenance. La forme de fond provient d'une émigration directe ou indirecte des exemplaires du littoral, ce qui se peut d'autant mieux faire que les colonies se déplacent quoique fort lentement à la façon des Gastéropodes.

On rencontre fréquemment dans les lacs des Alpes et du Jura des espèces du genre *Alcyonella.* Elles se rapportent soit à *l'Alcyonella fungosa*, Pall., soit aux *Alcyonella Benedenii* et *Dumortieri*, Allmann, mais ce sont là des formes littorales et jusqu'ici on n'en connaît point de la faune profonde. Il en est de même pour les Plumatelles que l'on rencontre parfois dans la faune littorale. Alcyonelles et Plumatelles abondent du reste sur le littoral des lacs de la Vallée de Joux.

Quatrième partie.

Embranchement des Mollusques, Cuvier.

Nous n'avons de représentants de ce groupe dans la faune profonde que pour deux classes.

Première Classe. Gastéropodes, Cuvier.

A. PULMONÉS.

a) Famille des ***Limnaeïdes.***

Genre I. Limnaea, Brugnière.

Espèce Nr. 1. **Limnaea profunda,** S. Clessin.

Cette espèce n'a été signalée encore que dans le Léman par Mr. Forel qui en a retiré des plus grandes profondeurs. Mr. Clessin pense que c'est une variété adaptive dérivant peut être de la *Limnaea stagnalis*, Linné.

Station et localités. L'espèce habite le limon du Léman devant Morges et Villeneuve par 150—200 mètres et plus de profondeur.

Espèce Nr. 2. **Limnaea abyssicola,** A. Brot.

Cette espèce là a été reconnue par Mess. Brot et Clessin comme forme adaptive dérivant de la *Limnaea palustris*, O. F. Müller; Buccinum palustre, O. Müller. Celle-ci est commune dans les mares du littoral.

Station et localités. Habite le limon du fond du lac devant Morges, Lausanne et Villeneuve. Elle a été retrouvée bien que très rarement par Mr. Asper aux lacs de Vallenstadt, de Zoug et de Côme. Nous en avons dernièrement dragué encore par 150 mètres de profondeur devant Ouchy. C'est sur cette espèce et la précédente que Mr. Forel a d'abord observé que le poumon fonctionne comme une branchie, car des profondeurs énormes où ils vivent ces gastéropodes ne sauraient jamais venir à la surface pour y respirer comme font leurs congénères des marais. Nous avons dernièrement trouvé encore un exemplaire de cette espèce au lac de Neufchâtel devant Grandson.

Provenance. Provient de la faune littorale.

Espèce Nr. 3. **Limnaea Foreli,** S. Clessin.

Cette espèce ne serait non plus suivant Mr. Clessin qu'un simple dérivé de la *Limnaea auricularia*, Linné, qui est très commune sur le littoral du Léman et dans les mares avoisinantes.

Station. L'espèce a été draguée dans les mêmes conditions que les précédentes, mais plus rarement encore. Elle fait défaut dans d'autres lacs Suisses.

Origine et filiation des Limnées. Toutes les espèces susdites proviennent on le voit de formes de la faune littorale, qui ont émigré au fond du lac y sont devenues un peu différentes et surtout plus petites et s'y sont accoutumées à ne plus respirer d'air. La chose est évidente pour les numéros 2 et 3 dont les formes littorales savoir la *Limnaea palustris* et la *Limnaea auricularia* habitent le lac même. Pour le No. 1, qui dériverait de la *Limnaea stagnalis* comme cette dernière n'habite pas normalement le lac, la filiation serait moins nette bien que l'importation puisse avoir eu lieu indirectement.

B. GASTÉROPODES BRANCHIAUX.

a) Famille des ***Valvatides.***

Genre I. Valvata, Müller.

Espèce Nr. 1. **Valvata lacustris,** S. Clessin.

D'après Mr. Clessin cette forme de la faune profonde dériverait de l'espèce littorale connue sous le nom de *Valvata antiqua.*

Station et localités. L'espèce habite le limon du fond du Léman à diverses profondeurs et a été draguée devant Morges et Villeneuve.

Provenance. L'espèce dérive de la faune littorale. C'est une forme adaptive de la *Valvata antiqua*, qui outre le Léman a été signalée encore par Mr. Asper aux lacs de Zurich et de Pfäffikon.

b) Famille des ***Paludinides.***

Genre I. Bythinia, Gray.

Espèce Nr. 1. **Bythinia tentaculata,** Linné. — **Helix tentaculata,** Linné. — **Paludina tentaculata. — Paludina impura. — Paludina jaculator.**

Station et localités. L'espèce semble fort répandue dans nos lacs Suisses. Elle abonde dans le Léman où elle fait régulièrement partie de la faune profonde devant Morges, Ouchy et Villeneuve. On la retrouve aux lacs de la Vallée de *Joux* dans le haut Jura, puis aux lacs de *Neufchâtel* et *Bienne.* Dans la Suisse allemande Mr. Asper l'a observée dans les lacs de *Zurich* et de *Greifensee.*

Origine et provenance. L'espèce a émigré simplement de la faune littorale où elle est partout très commune aux mêmes lacs où on la retrouve depuis les bords jusques au fond. Les exemplaires du fond sont toujours beaucoup plus petits. L'animal est tout blanc et sa coquille à peine teintée en jaunâtre, tandis que les sujets du littoral ont la coquille ambrée et l'animal noirâtre.

Seconde Classe. **Pelecypodes,** V. Carus. — **Lamellibranches,** Cuvier.

Cette classe renferme plusieurs espèces appartenant à la faune profonde et dérivant de la façon la plus évidente des formes littorales, mais chose curieuse toutes ces espèces se rapportent à un seul genre (le genre Pisidium) et chose encore plus curieuse, presque chaque espèce de la faune profonde a pour séjour favori un lac spécial qu'elle contribue à caractériser.

*a) Famille des **Sphaerides,** Locard.*

Genre I. Pisidium, C. Pfeiffer.

Espèce Nr. 1. **Pisidium profundum,** S. Clessin.

Station et localités. Cette espèce a été retirée du Léman devant Villeneuve par 60—80 mètres de profondeur. Elle se tient comme les suivantes dans le limon où elle creuse des chemins.

Espèce Nr. 2. **Pisidium occupatum,** S. Clessin.

Station et localités. Habite le limon du fond dans le lac de Neufchâtel jusqu'à 60—70 mètres de profondeur. Nous en avons retiré dès 8—10 mètres.

Espèce Nr. 3. **Pisidium Foreli,** S. Clessin.

Station et localités. Habite en très grande abondance le limon du fond du Léman depuis 30—300 mètres de profondeur d'après Mr. Forel. C'est là l'espèce caractéristique du Léman. On ne l'a encore retrouvée qu'au lac de Constance.

Espèce Nr. 4. **Pisidium urinator,** S. Clessin.

Station et localités. Habite le limon du fond du lac de Zurich par 30—150 mètres de profondeur.

Espèce Nr. 5. **Pisidium quadrangulum,** S. Clessin.

Station et localités. Habite le limon du fond du lac de Lucerne par 70—200 mètres de profondeur.

Espèce Nr. 6. **Pisidium Tritonis,** S. Clessin.

Station et localités. Habite le limon du fond du lac de Greifensee par 30 mètres de fond.

Il existe encore un certain nombre de Pisidiums cités par Mr. Clessin et décrits par lui comme espèces nouvelles. Si nous les omettons ici c'est que ces espèces sont ou

bien de la faune littorale seulement ou bien d'une zône intermédiaire entre les régions littorales et les régions profondes. D'ailleurs tous les zoologistes spécialistes n'ont pas encore admis définitivement ces espèces comme nouvelles.

Origine et provenance. Beaucoup de ces espèces proviennent sans doute de formes littorales, mais jusqu'ici la filiation n'est prouvée que pour un petit nombre. Ainsi p. ex. pour le Pisidium Foreli Mr. Clessin admet qu'il provient du *Pisidium nitidum* littoral, mais pour les autres espèces profondes il n'en indique pas l'origine.

Cinquième partie.

Embranchement des Vers.

Cet embranchement est un de ceux dont les diverses classes comptent le plus de représentants dans le limon du fond des lacs. Quelques unes des espèces que nous y avons observées sont absolument sans analogues dans la faune littorale. On ne les retrouve jamais non plus dans les eaux du pays environnant et elle rapellent par leur organisation des formes marines, ou bien dérivent peut être des eaux souterraines provenant des puits profonds et des cavernes voisines des lacs où on les rencontre. Ce groupe des Vers n'a pas encore pu être étudié comme il le faudrait et la détermination exacte des espèces trouvées dans nos divers lacs laisse encore beaucoup trop à désirer. Jusqu'à présent nous n'avons de renseignements précis et de spécification assurée que pour le lac Léman et cela nous pouvons bien le dire *grâce à nos propres recherches publiées dans le Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, dans les comptes-rendus de la Société Helvétique des sciences naturelles et dans les Archives de zoologie expérimentale de Mr. de Lacaze Duthiers.*

Premier sous-embranchement.

Platyhelmintes, Leuckhardt. — **Platodes.** — **Acoelomes,** Haeckel. — **Parenchymateux,** Cuvier.

Cette première division ne comprend pour nous que deux classes. Savoir:

I. *Platodes libres ou Turbellariés,*

II. *Platodes parasites ou Entozoaires.*

La première classe seule renferme à proprement parler des habitants réguliers de la faune profonde. On trouve bien çà et là dans certains lacs quelques rares sujets appartenant à la classe des Parasites, mais ce sont là des individus égarés, fourvoyés qui pour une raison quelconque, ayant quitté le corps de leur hôte habituel, ou se rendant

en pélerinage d'une espèce à l'autre se trouvent momentanément dans le limon du fond mêlés aux espèces non parasites. Ce sont là des trouvailles accidentelles qui ne font aucunement partie de la faune normale.

Pemière Classe. **Turbellariés,** Ehrenberg. — **Platodes libres nobis.**

Des trois ordres dont se composerait pour nous cette classe (Rhabdocèles, Dendrocèles, Rhynchocèles), les deux premiers seuls présentent des espèces lacustres.

Premier Ordre. **Rhabdocèles.**

a) Famille des ***Macrostomides,*** *E. V. Beneden.*

Genre I. Macrostoma, V. Beneden. — Macrostomum, ex parte. — Turbella Diesing, ex parte.

Espèces Nr. 1. **Macrostoma hystrix,** Oerst. — **Turbella hystrix,** Diesing. — **Planaria appendiculata,** Fabricius. — **Macrostoma appendiculatum,** Oerst. — **Turbella appendiculata,** Diesing.

Cette espèce est très connue, très bien décrite et très bien figurée en divers ouvrages.

Station et localités. Nous avons trouvé l'animal fréquemment dans le détritus floconneux du fond du Léman, ramené par la drague à râteau devant Morges et devant Ouchy par 30—60 et 150 mètres de profondeur.

Origine et provenance. L'espèce étant aussi commune dans les mares du rivage communiquant avec le lac lors des hautes eaux (par exemple à Vidy près du Flon) l'importation littorale est de toute évidence.

b) Famille des ***Microstomides,*** *O. Schmidt.*

Genre I. Microstoma, O. Schmidt. — Microstomum, O. Schmidt. — ex parte Microstoma, Oerst. — ex parte Anotocelis et Typlomicrostomum, Diesing. — ex parte Strongylostomum, Schmard.

Espèces Nr. 1. **Microstoma lineare,** Oerst. — **Fasciola linearis,** O. Müller. — **Planaria vulgaris,** Fabricius. — **Derostoma leucops,** Dugis. — **Derostoma flavicans,** Ehrenberg. — **Planaria falcata,** Dalyell. — **Microstomum giganteum,** Hallez.

L'on voit par tous ces synonymes qu'il s'agit d'une espèce bien des fois décrite et figurée, notamment dans les derniers travaux de Graff où se trouvent les meilleurs dessins.

Station et localités. L'espèce se rencontre souvent devant Morges, Ouchy et Villeneuve parmi les débris d'Entomostracés pélagiques accumulés au fond du lac. On la trouve à toutes les profondeurs. Dernièrement encore nous en avons trouvé beaucoup devant

Ouchy par 150 mètres. Chez les sujets venant des grandes profondeurs les points oculiformes rouges ou orangés d'ordinaire pâlissent et deviennent presque imperceptibles, au point qu'on serait parfois tenté sans un examen fort minutieux de prendre ces sujets pour *aveugles*. En même temps ces sujets se distinguent par une teinte rosée semblable à celle de *l'Hydra carnea* et tenant à la même cause, c'est-à-dire à l'alimentation par de petits *Entomostracés* à tissu adipeux orangé. Nous ne ferons point pour cela de cette forme-là une espèce nouvelle puisqu'il est trop évident pour nous que c'est le même animal que les sujets du bord. En effet on trouve au lac de Neufchâtel dès le rivage de semblables individus. Il s'en trouve aussi dans les mares du littoral du Léman.

Origine et provenance. Les sujets de la faune profonde proviennent par importation de la faune littorale. On retrouvera donc probablement l'espèce dans nos divers lacs, puisque l'animal est fort répandu partout dans les eaux stagnantes de tout le pays.

Genre II. Stenostoma, Graff. — Stenostomum, O. Schmidt.

Espèce Nr. 1. **Stenostoma unicolor. — Stenostomum leucops,** O. Schmidt. — **Microstomum leucops,** Oerst.

Encore une espèce très connue et bien décrite.

Station et localités. Cette petite espèce a été trouvée par nous dans le détritus moléculaire ramené par la drague à râteau par 45 à 60 à 150 mètres de profondeur devant Morges et Ouchy. Sa taille, presque microscopique, la rend difficile a trouver.

Origine et provenance. Les sujets rencontrés au fond proviennent évidemment des bords, car l'animal est encore beaucoup plus fréquent dans toutes les mares du littoral et dans les eaux stagnantes du canton.

c) Famille des ***Prorhynchides,*** *Diesing.*

Genre I. Prorhynchus, M. Schultz. — Geocentrophora, de Man.

Espèce Nr. 1. **Prorhynchus stagnalis,** M. Schultz. — **Prorhynchus fluviatilis,** Leydig. **Prorhynchus rivularis,** Fedsch. — **Planaria serpentina,** Dalyell. — **Prorhynchus serpentinus,** Leuckhardt. — **Opistoma serpentina,** Johnston.

Voici un genre et une espèce absolument caractéristique. L'espèce a été plusieurs fois décrite et figurée notamment très bien par G. Wagener.

Station et localités. L'espèce se rencontre dans le limon du fond du Léman devant la ville de Morges. Elle n'y est pas fréquente et les exemplaires étant toujours beaucoup plus petits que ceux du littoral sont très difficiles à voir et à saisir.

Nous en avons obtenu de diverses profondeurs jusqu'à 60 mètres. Nous l'avons retrouvée devant Ouchy par 45 mètres. En outre on les rencontre, bien que rarement,

dans les mares de Vidy communiquant avec le lac durant la période des hautes eaux et de plus dans divers ruisseaux et mares du canton.

Origine et provenance. Evidemment cet animal est d'importation littorale et les sujets du fond proviennent par émigration des eaux des bords.

d) Famille des ***Proboscides,*** *J. V. Carus.*

Genre I. Gyrator, Ehrenberg. — ex parte Prostomum autt. — ex parte Vortex, Diesing — Rhynchoprobolus, Schmard.

Espèce Nr. 1. **Gyrator hermaphroditus,** Ehrenberg. — **Prostoma lineare,** Oerst. — **Prostomum furiosum,** O. Schmidt. — **Gyrator furiosus,** Diesing. — **Turbella notops,** Diesing. — **Derostoma notops,** Dugès. — **Prostomum banaticum,** Graff. — **Gyrator caecus,** Graff.

Le nombre des synonymes annonce déjà une espèce fort connue bien des fois décrite et surtout bien étudiée par Hallez qui en a donné une excellente Monographie.

Station et localités. L'animalcule habite le charnier moléculaire déposé sur le fond du lac devant Ouchy et surtout devant Morges par 45—60 mètres de profondeur.

Les exemplaires du fond sont rosés très transparents, les points oculiformes au lieu d'être noirs comme chez les sujets du bord sont rouges ou orangés. Quelquefois ils disparaissent totalement. C'est cette forme aveugle qui a été indiquée par Graff comme espèce nouvelle sous le nom de *Gyrator cæcus*, mais nous n'y pouvons voir que le même animal du bord simplement privé des points oculaires et rendu plus transparent par les circonstances du milieu ambiant. La couleur rose s'explique par son régime spécial.

Origine et provenance. L'annimal étant fréquent dans les étangs transparents du canton et aussi dans les mares du littoral son importation littorale ne saurait faire le moindre doute.

e) Famille des ***Mesostomides,*** *Dugès.*

Genre I. Mesostoma, Dugès. — ex parte Mesostomum et Typhloplana autt. — Tetracelis, Ehrenberg. — Strongylostoma, Oerst. — Schizostomum, O. Schmidt. — ex parte Turbella et Vortex, Diesing.

Espèce Nr. 1. **Mesostoma productum,** Leuckhardt. — **Schizostomum productum,** O. Schmidt. — **Turbella producta,** Diesing. — **Fasciola grossa,** Müller. — **Planaria grossa,** Müller. — **Derostomum grossum,** Dugès. — **Mesostomum fallax,** Schneider. **Turbella fallax,** Diesing.

Espèce très connue, assez souvent décrite et figurée notamment par Osc. Schmidt.

Station et localités. Nous n'avons jusqu'ici rencontré l'espèce au Léman que devant Morges parmi le détritus moléculaire ramené par la drague à râteau depuis 60 mètres jusques au rivage même. Nous en avons retrouvé un exemplaire au lac de Joux.

Origine et provenance. Comme l'espèce à Morges est commune aussi dans la faune littorale où elle se trouve encore plus souvent que dans le fond, il est certain pour nous que les exemplaires du fond proviennent de ceux des bords qui ont émigré. L'espèce est donc d'origine littorale.

Espèce Nr. 2. **Mesostoma lingua,** O. Schmidt. — **Planaria lingua,** Müller. — **Turbella lingua,** Diesing.

Espèce très connue et bien figurée.

Station et localités. Cette espèce se rencontre parfois dans le détritus du fond devant Morges à diverses profondeurs. Elle est très commune aussi au fond du lac de Joux (1009 mètres) dans le haut Jura. Les exemplaires du fond sont plus transparents que ceux des bords et ont souvent les points oculaires rouges.

Origine et provenance. L'espèce se trouvant fréquemment dans les mares et étangs en divers lieux du canton et se trouvant en particulier fréquemment aussi dans les mares du littoral à Vidy p. ex., il est clair que les sujets du fond ne peuvent provenir que de la faune littorale.

Espèce Nr. 3. **Mesostoma rostratum,** Ehrenberg. — **Fasciola rostrata,** Müller. — **Planaria rostrata,** Müller. — **Derostoma rostratum,** Dugès. — **Turbella rostrata,** Diesing. — **Planaria velox,** Dalyell. — **Dalyellia velox,** Johnston. — **Mesostomum Wandae,** O. Schmidt. — **Turbella Wandae,** Diesing. — **Mesostomum variabile,** Weiss. **Mesostomum montanum,** Graff.

On voit par tous ces synonymes que beaucoup d'auteurs ont eu sous les yeux cette espèce très caractéristique et l'ont décrite et figurée sous des noms différents, ce qui montre une fois de plus combien il faut se défier des noms nouveaux appliqués à des espèces que l'on croit nouvelles et qui sont depuis longtemps décrites. Notre espèce est très bien figurée dans les travaux de Schmidt et de Graff.

Station et localités. Jusqu'ici nous n'avons eu cet animalcule que devant Ouchy par 45 mètres de profondeur. L'espèce se tient dans le détritus moléculaire ramené par la drague à râteau. Les exemplaires du fond sont incolores plus petits que ceux des marais et presque microscopiques. Cette jolie espèce nage très vite. Elle est souvent d'une teinte rosée, comme celle de *l'Hydra carnea,* Agass.

Origine et provenance. L'espèce commune dans les tourbières et les prés inondés se trouve aussi dans les mares du littoral, donc les individus du fond proviennent de la *faune littorale.*

Espèce Nr. 4. **Mesostoma trunculum**, O. Schmidt. — **Mesostomum trunculum**, O. Schmidt. — **Turbella truncula**, Diesing. — **Mesostomum banaticum**, Graff.

Cette espèce est déjà bien figurée par O. Schmidt et Graff.

Station et localités. L'espèce habite le fond du lac parmi les débris d'Entomostracés pélagiques morts qui tombent et s'accumulent en abondance dans ces régions. Nous n'avons jusqu'ici récolté l'animal que devant Ouchy par 45 mètres de fond pendant l'hiver et nous n'en avons encore jamais trouvé que dans le lac.

Origine et provenance. L'espèce se retrouvant dans les mares et eaux stagnantes en divers points de l'Europe est probablement importée du littoral, mais cette origine ne sera démontrée que quand on aura des sujets du bord du lac trouvés dans les mares du littoral.

Espèce Nr. 5. **Mesostoma splendidum?** Graff.

Monographie der Rhabdocoelen, Leipzig 1882.

Nous rapportons avec quelque doute à cette espèce un très beau Mésostome, avec points oculiformes du plus beau carmin. L'animal appartient aux petites espèces du groupe.

Station et localités. Nous n'avons observé ce Mésostome que devant Morges dans le produit des dragages faits depuis 30 à 60 mètres de profondeur. Il se tient parmi les flocons du détritus moléculaire, mais il nage aussi fort bien et s'élève souvent jusqu'au niveau de l'eau des vases. Il est transparent et pourrait appartenir temporairement à la faune pélagique.

Origine et provenance. Nous croyons avoir vu l'animal dans les mares de Vidy. Il serait donc d'importation littorale.

Genre II. Typhloplana, O. Schmidt.

Espèce Nr. 1. **Typhloplana viridata**, Ehrenberg. — **Planaria viridata**, Müller. — **Derostoma viridatum**, Dugès. — **Mesostoma viridatum**, M. Schultz. — **Typhloplana variabilis**, Oerst. — **Mesostoma lapponicum**, O. Schmidt. — **Planaria prasina**, Dalyell. — **Typhloplana prasina**, Johnston. — **Derostoma vorax**, Johnston.

Espèce très anciennement connue et qui attire de suite l'attention des observateurs par sa belle couleur verte et son agilité. C'est un des plus petits Rhabdocèles, pas plus grand que certains grands Infusoires. Il est à peine visible à l'oeil nu comme une petite ligne verte.

Station et localités. Nous avons trouvé fréquemment cette jolie petite espèce devant Morges et devant Ouchy à diverses profondeurs jusques à 150 mètres. Elle se tient dans le détritus moléculaire et à la surface du limon. L'animal rampe et nage vivement

sur les parois des vases où l'on tient le produit de la pêche et on n'a qu'à les passer en revue avec la loupe pour en apercevoir plusieurs. Les exemplaires du fond sont d'un vert jaunâtre, très pâle. Nous l'avons revu au lac de Joux.

Origine. L'espèce étant commune dans les mares du pays est d'importation littorale.

Espèce Nr. 2. **Typhloplana sulfurea,** O. Schmidt.

Nous avons observé fréquemment cette petite espèce (d'un jaune soufré et quelquefois légèrement fauve) devant Morges.

Station. Habite le détritus moléculaire ramené par la drague à râteau par 30 à 60 mètres de profondeur.

Origine. L'espèce est très commune dans les eaux stagnantes du pays. L'espèce habite aussi divers ruisselets. Elle est donc sans doute d'importation littorale.

*f) Famille des **Monotides,** Graff.*

Genre I. Monotus, Diesing.

Comme il s'agit ici d'une espèce nouvelle et fort curieuse nous allons en donner une description sommaire et une figure, afin que l'animal puisse être mieux reconnu.

Définition du genre Monotus. Animal à vésicule auditive frontale, placée entre deux taches pigmentaires oculiformes.

Espèce Nr. 1. **Monotus Morgiense** (nobis). — **Mesostomum auditivum** (nobis). — **Mesostomum Morgiense** (nobis). — **Otomesostoma Morgiense,** Graff.

Description. Longueur. Elle va de 1—2, 3—5—10 millimètres et plus selon l'âge et la croissance des sujets. Largeur: ½—2—3 millimètres.

Forme. Le corps, très contractile, peut prendre toutes sortes d'aspects, mais dans la reptation ou la natation lente le long des parois d'un vase ou sur le sol l'animal ressemble quand il rampe à une petite feuille arrondie à l'un des bouts et lancéolée à l'autre, tandis que dans la natation la feuille est alors lancéolée aux deux extrémités. Le dos est bombé, le ventre est aplati.

Couleur. La nuance générale du fond est une teinte café au lait. Cette nuance peut devenir blanchâtre ou au contraire brune selon l'état des sujets. Sur ce fond l'on voit se dessiner au milieu de la face dorsale une grande tache ovale d'un brun foncé, très souvent aussi noire, ou plus rarement rose et quelquefois même d'un rouge vermillon. Cette tache est bordée à droite et à gauche par deux festons d'un blanc laiteux. La tache est le sac digestif. Les traînées laiteuses sont les vitellogènes. En avant du sac à la pointe antérieure du corps on remarque un point d'une couleur tantôt rousse tantôt

noire, il est formé par les deux taches oculiformes réunies toutes deux par une vésicule auditive frontale placée entre elles.

La face centrale de l'animal est aplatie, elle est blanche ou légèrement roussâtre. Au ventre on remarque comme une petite rosace en forme de roue; c'est la bouche. Au dessous d'elle un point presque imperceptible dénote l'ouverture des organes sexuels.

Particularités anatomiques. La peau se compose d'une simple couche de cellules plates, épithéliales, irrégulièrement polygonales couvertes de cils courts et serrés. Ces cellules à noyau ovale sont criblées de pores pour le passage des cils et des bâtonnets qui sont placés sous l'épiderme et qui sont sécrétés par des glandes monocellulaires lagéniformes.

L'épiderme cilié repose sur une membrane basilaire très fine qui le sépare d'une couche musculaire composée de fibres longitudinales et transversales ou annulaires, qui forment deux zônes se croisant à angle droit. La fibre musculaire lisse et rubanée à ses extrémités est souvent rameuse, les fibrocellules ne présentent ici ni noyau ni enveloppe.

Le sac digestif parfaitement ovale est terminé en cul de sac à ses deux extrémités. Il s'ouvre par un pore buccal arrondi débouchant au milieu de la face ventrale. Ce pore est l'ouverture non pas directement de l'intestin, mais d'une poche ou gaîne circulaire qui contient une trompe très courte en forme de baril. Cette trompe forme une rosace très contractile composée de muscles radiaires et circulaires qui lui permettent de s'allonger et de se rétrécir en faisant saillie au dehors. La paroi du sac digestif est formée uniquement par de longues cellules pédiculées claviformes, dont le bout interne en massue regarde en dedans, tandis que tous les pédicules sont appuyés en dehors directement sur le tissu cellulaire mésodermique, qui forme un réseau comblant l'intervalle entre la peau et l'intestin. Ce dernier n'a donc aucune tunique, aucune membrane d'enveloppe et n'est limité que par les cellules épithéliales claviformes, ce que les macérations démontrent à l'évidence. Il n'y a pas de cils sur ces cellules digestives. Elles sont nues sans aucune membrane d'enveloppe et elles présentent au moment de la digestion et quand on les isole sur le porte-objet les mêmes curieux mouvements amoeboïdes signalés en premier lieu par nous chez le Plagiostoma Lémani.

Quant au parenchyme mésodermique réticulé qui unit les deux feuillets du corps, c'est entre ses mailles que se glissent les glandes sexuelles et les vaisseaux aquifères.

Ce qui frappe en premier lieu ce sont à droite et à gauche les deux vitellogènes en forme de traînées de lobules blancs à la lumière incidente et noirs par transparence. Au dessous du pharynx un pore génital unique conduit dans un vestibule où aboutissent les ovaires et les testicules qu'on voit très difficilement à cause de l'opacité des tissus. Les ovaires sont pairs et en grappe, les testicules sont des vésicules éparpillées dans le parenchyme en formant deux traînées folliculaires à droite et à gauche en dedans des vitellogènes. La vésicule séminale à laquelle convergent les faisceaux de zoospermes se

continue en pointe sous la forme d'un pénis chitineux terminé par une couronne de crochets ou d'épines simples. Les vaisseaux aquifères (à flammes vibratiles placées ou dans les canaux, ou dans des entonnoirs) sont ici très difficiles à voir et nous ne connaissons pas leur disposition générale, ni leurs orifices. Le point le plus intéressant de l'organisation concerne la vésicule auditive ou *Otocyste*. Elle repose directement sur le ganglion cérébral bilobé qui est très difficile à apercevoir et dont les nerfs efférents ne peuvent être suivis à cause de l'opacité des téguments.

La vésicule pleine d'un liquide transparent renferme un seul otolithe globuleux et à couches concentriques. Il semble soutenu dans le liquide ambiant par un ruban protoplasmique grisâtre en forme d'anneau. Il est toujours immobile et l'on ne peut découvrir dans la vésicule ni cils ni poils acoustiques d'aucun genre. A droite et à gauche de la vésicule deux taches pigmentaires triangulaires s'étendent plus ou moins loin suivant les sujets. Nous n'avons pu découvrir sous ce pigment aucune trace de cristallin.

Peut être que la vésicule auditive en fait aussi les fonctions et qu'elle représente en même temps l'œil et l'oreille. Il est certain d'ailleurs que, vu sa transparence, elle peut réfracter les rayons lumineux comme une lentille à forte courbure. Soit la vésicule auditive, soit les taches pigmentaires, reposent directement sur le ganglion cérébral et sous la couche épidermique, les organes sont donc souscutanés.

Station et localités. C'est nous qui avons découvert et fait connaître dans un travail spécial publié dans le Bulletin de la société vaudoise des sciences naturelles*) ce remarquable Turbellarié. Nous avons en décrivant son organisation, signalé les rapports que cette espèce semble présenter avec certaines formes marines d'ancienne origine du groupe des Monotides. Ces formes se rapportent au genre Convoluta Aphanostoma et surtout au genre Monotus, duquel l'Otomésostome semble se rapprocher beaucoup. Ces genres sont marins. Notre travail a reçu une pleine confirmation et une consécration suffisante par la magnifique monographie de Graff dans laquelle cet auteur admet notre nouvelle espèce sous le nom que nous lui avions attribué d'abord.

L'espèce se tient dans le limon du fond et surtout aussi dans le détritus moléculaire qui forme à la surface du limon une couche floconneuse légère. Si l'on récolte ce détritus dans des vases assez haut, l'on voit bientôt les Otomésostomes s'en dégager partout et nager avec une telle vivacité, en appointissant leurs deux extrémités que je ne connais aucun autre Turbellarié doué de mouvements aussi vifs.

Dans ces conditions notre espèce se rencontre depuis quelques mètres de profondeur jusqu'aux plus grands fonds. Nous l'avons trouvée devant Morges, Ouchy et Villeneuve à tous les dragages et à toutes les profondeurs jusqu'à 150 mètres et en toute saison il se présente des individus adultes et portant des œufs mûrs. L'espèce semble très répandue en d'autres lacs. Nous l'avons draguée très souvent devant Yverdon et Grandson

*) Matériaux pour la faune profonde du Léman, IIe et IIIe série dans Bulletin No. 75 et 76.

au lac de Neufchâtel, nous l'avons retrouvée au lac de Joux dans le Jura (1009 mètres). Mr. Forel l'a draguée au lac de Zurich et probablement que partout où Mr. Asper indique dans ses recherches qu'il a trouvé des Mésostomes notre espèce en faisait partie; malheureusement ce zoologiste n'ayant jamais déterminé exactement les espèces de vers qu'il a rencontrées, on n'a pas de certitude à cet égard. Mr. Asper cite des Mésostomes dans les lacs de Zurich, de Côme, lac Majeur, lac de Klön. Il est probable qu'on les retrouvera partout.

Un fait qui contraste absolument avec la fréquence de cet animal dans la faune lacustre, c'est qu'on ne le retrouve nulle part que dans les lacs. Il n'existe dans *aucun marais du littoral* ni dans les eaux *stagnantes ou courantes* du reste du canton. Nous l'avons recherché avec soin et il est si caractéristique qu'il n'aurait pu nous échapper. Il n'existait non plus dans le limon d'aucune de nos rivières.*)

Origine et provenance. Comme d'après son organisation l'animal se rapproche beaucoup de types purement marins et de très ancienne origine comme les *Monotus* et les *Monocelis*, serait-il un transfuge de la faune marine? ou bien proviendrait-il des eaux des cavernes ou des puits communiquant avec nos lacs? C'est ce que des recherches ultérieures seules pourront décider. Dans tous les cas il ne provient pas des animaux de la faune littorale, sans cela il se retrouverait dans les eaux du pays environnant.

Monotus Morgiense (nobis). — **Otomesostoma Morgiense,** Graff. — **Mesostomum Morgiense** (nobis).

Notre figure représente l'animal nageant sur un fond obscur et vu à la lumière incidente par la face dorsale à un grossissement de vingt fois en diamètre. On aperçoit l'otocyste, les points oculiformes, le sac digestif et les vitellogènes.

L'animal est examiné vivant et sans compression.

Fig. 1. G. de Plessis ad natur. viv. delin.

g) Famille des ***Vorticides,*** *Graff. —* ***Dérostomées*** *Oerst.* ***Opistomées,*** *Schmard.*

Genre I. Vortex, Ehrenberg.

Espèce Nr. 1. **Vortex intermedius** (nobis). — Peut être **Vortex truncatus** (variet.)

Cette espèce que nous n'inscrivons qu'avec point d'interrogation pourrait bien n'être qu'une variété adaptive du *Vortex truncatus* si commun dans les mares du littoral,

*) Nous venons d'apprendre par une lettre de Mr. O. Zacharias à Mr. Forel que parmi des Turbellaires de certains lacs de Silésie, il s'en trouve un qui n'est autre que notre Monotus ou une espèce très voisine.

mais dont elle diffère pourtant par sa taille beaucoup plus grande, son front bombé et non tronqué, sa teinte café au lait beaucoup plus claire, et ses marbrures pigmentaires. Il y aurait aussi quelques différences anatomiques peu importantes.

Station et localités. Nous avons trouvé l'animal devant Ouchy par 45 mètres de fond, dans le charnier moléculaire qui se dépose à la surface du limon.

Origine et provenance. Comme nous avons retrouvé dans les mares de Vidy et d'Ouchy la même espèce, elle est bien certainement d'origine littorale.

h) Famille des ***Plagiostomides,*** *Graff.*

Genre I. Plagiostoma, O. Schmidt.

Espèce Nr. 1. **Plagiostoma Lemani** (nobis). — **Vortex Lemani** (nobis). — **Planaria Lemani,** Graff.

Ce ver est la trouvaille la plus intéressante faite jusqu'à présent parmi ses congénères lacustres. Mr. Forel le découvrit dès ses premiers draguages. *Il le prit alors pour une Planaire* et dès qu'il nous en fit voir quelques exemplaires *nous lui déclarâmes aussitôt qu'il ne s'agissait point d'une Planaire, mais bien au contraire d'un Rhabdocèle tout particulier constituant une espèce nouvelle très intéressante.* Nous fûmes donc *le premier à signaler et à faire connaître cet animal dans un travail spécial et détaillé.**) La meilleure preuve que nous puissions donner de la justesse de nos vues, c'est que Mr. Graff vient de publier une splendide Monographie des Rhabdocèles, et que dans cette Monographie il admet parfaitement notre nouvelle espèce, la considérant ainsi comme ce qu'elle est réellement, c'est-à-dire comme un *Rhabdocèle* et non point comme une *Planaire* ce qui en ferait un *Dendrocèle.* Nous avions donc raison dans la discussion qui eut lieu entre nous de soutenir que cet animal devait être considéré comme un *Rhabdocèle.* Puisqu'il s'agit ici d'une des rares espèces que nous avons cru devoir considérer comme inédite (nous n'en avons proposé que deux dans tout ce travail) nous allons en donner une description sommaire jointe à une figure de facies afin qu'on puisse plus facilemet la reconnaître.

Description. Dimensions. Longueur. Variable suivant la croissance et pouvant aller jusqu'à quinze millimètres quand le sujet est bien étendu.

Largeur 2 millimètres si le sujet est bien étiré et 3—4 ou plus s'il est rétracté.

Forme. Ce ver est susceptible de prendre diverses formes, tantôt il est ovale en pepin de courge, ou bien cordiforme ou allongé en lanière. La face dorsale est bombée comme le dos d'une limace, la face ventrale est aplatie et un peu carénée. La tête est

*) Voir matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du Léman 1re et 2me série. Bulletin de la société vaudoise des sciences naturelles, T. XIII, Nr. 27.

arrondie en pointe mousse, la partie postérieure du corps s'allonge en pointe aigue. Par la forme générale du corps et la lenteur des mouvements l'animal ressemble fort à la petite *Limax agrestis* qu'il rappelle en diminutif.

Couleur. Le fond de la couleur est un beau blanc laiteux; sur ce fond se remarque au tiers antérieur du corps une masse blanche plus opaque et d'un éclat bleuâtre. Derrière cette tache bleuâtre qui est la trompe, une vaste tache roussâtre ou jaunâtre, selon les sujets, s'étend jusqu'à la queue et marque les contours de la cavité digestive. Cette tache rousse est flanquée à droite et à gauche de traînées jaunâtres en forme de cornes de cerf. Ce sont les glandes vitellogènes. Enfin à l'extrémité céphalique l'on remarque deux points oculiformes noirs et irrégulièrement bilobés, à contours ramifiés. De ces yeux étoilés partent des traînées pigmentaires noires ou brunes qui étendant leurs rameaux sur le dos s'y anastomosent à l'infini en y dessinant un réseau marbré d'un aspect très élégant et absolument caractéristique. Ce réseau très fin étend ses mailles sur tout le dos jusqu'à la pointe de la queue. Il est plus ou moins foncé, plus ou moins serré suivant l'age et la provenance des sujets, mais il ne manque jamais. A la face ventrale il n'existe point de pigment et l'on voit simplement par transparence la trompe, le sac digestif et les vitellogènes.

De plus à la partie postérieure du corps on remarque une petite ouverture ronde, au dessus de laquelle s'étend de côté une forte traînée blanche. Cette ouverture ronde est celle des organes sexuels. Par cette ouverture fait quelquefois saillie un pénis tubuleux. La tache blanche est la poche copulatrice pleine de zoospermes.

Voici tout ce que l'on peut découvrir à la simple inspection à la lumière incidente lorsque l'animal est examiné sans compression à un faible grossissement et rampant sur un fond obscur.

Particularités anatomiques. Voici ce que révèle la dissection des sujets placés sous le compresseur ou bien durcis et colorés, ou macérés dans divers réactifs.

La peau se compose d'une simple couche de grandes et larges cellules plates irrégulièrement polygonales dont on ne peut apercevoir les limites qu'avec des réactifs. Le meilleur réactif est l'ammoniaque qui dissolvant le ciment intercellulaire, sépare les éléments les uns des autres. On voit alors que ces cellules polyédriques n'ont point de membrane propre. Elles ont chacune un gros noyau ovale et elles sont criblées de pores pour le passage des cils vibratiles et pour de nombreux bâtonnets qui y sont placés verticalement comme des pieux. La couche épidermique repose sur une membrane limitante ou basilaire parfaitement homogène qui la sépare partout de l'étui musculaire sous-cutané.

Les muscles forment sous l'épiderme une couche continue composée de fibres longitudinales et transversales ou annulaires se croisant à angle droit. Outre cette couche musculo-cutanée il existe en divers endroits des fibres dorso-ventrales et obliques. Les fibro-cellules musculaires sont des rubans plats fusiformes échevelés au deux bouts, tant

ils sont ramifiés. On ne voit sur la fibro-cellule ni noyaux ni membrane cellulaire. La fibre est lisse et parfaitement homogène. Le système digestif commence par la bouche large boutonnière transversale, placée à la pointe céphalique. Cette bouche terminale ne conduit pas directement dans l'estomac, mais bien dans un vaste sac qui occupe le tiers antérieur du corps et du fond duquel s'élève une puissante trompe en forme de baril ou de tonnelet. Elle est formée d'une épaisse trâme de muscles radiaires et longitudinaux, qui en permettant à ce large tube de se rétrécir et de s'allonger, le font souvent saillir au dehors de la bouche. Cette trompe est semblable à celle des Vorticides par toute son organisation.

De cette trompe part un très court oesophage indiqué seulement par des glandes monocellulaires en forme de bouteille, qui lui forment une collerette et cette partie rétrécie du sac digestif se dilate brusquement pour former un vaste sac roussâtre qui remplit les deux tiers postérieurs du corps et qui est le sac gastro-intestinal. Ce sac n'a point d'ouverture anale, il est totalement fermé à sa partie postérieure. Le sac tout entier est formé d'une seule couche de cellules épithéliales en massue ou claviformes. Ce sont des cellules digestives des plus remarquables. Elles sont nues sans membrane d'enveloppe et leur massue terminale est tournée en dedans, tandis que tous les pédicules s'appuyent en dehors sur le tissu conjonctif qui joint l'intestin à la peau et comble le *mésoderme*. Il résulte de cette disposition un aspect irrégulièrement mamelonné du front de ces cellules, mais cette apparence résulte de la digestion et le front des cellules redevient linéaire quand l'animal est à jeun. Ces cellules détachées de leur point d'appui s'arrondissent irrégulièrement, se groupent parfois deux à deux, trois à trois pour former des masses d'aspect framboisé qui poussent de tous côtés des prolongements amoeboïdes et font ressembler ces cellules à des rhizopodes. Comme ces cellules sont sans membrane d'enveloppe elles incorporent directement dans leur sarcode les aliments et les substances organiques qu'elles rencontrent et il en résulte ainsi une digestion directe que nous avons le premier signalée dans l'espèce qui nous occupe ici et qui depuis a été reconnue comme se rencontrant chez beaucoup d'animaux inférieurs de diverses classes.

L'appareil excréteur qui se voit fort bien sous le compresseur se compose de deux gros troncs latéraux qui serpentent sur les deux côtés du sac digestif. Ils se ramifient dichotomiquement en branches très fines qui de bifurcation en bifurcation arrivent à se terminer dans de petits entonnoirs vibratiles. Les deux troncs latéraux convergent à la pointe postérieure du corps et débouchent au dehors par une petite boutonnière ciliée médiane. Les organes sexuels ressemblent tout à fait comme plan général à ceux des Planaires marines. En effet les testicules et les ovaires sont dispersés irrégulièrement au milieu du parenchyme conjonctif qui forme un réseau entre la peau et l'intestin. C'est entre les mailles de celui-ci que sont dispersés pêle-mêle les follicules testiculaires et ovariens. Les premiers se resolvent en faisceaux de zoospermes, entourant les œufs et formant des traînées qui, s'accumulant dans les interstices laissés libres se poussent de

proche en proche jusqu'à la base d'une vésicule séminale arrondie ou ovale, pourvue de parois distinctes. Le col de cette vésicule se continue par un long tube musculeux replié sur lui-même, et contenu dans une poche cutanée aboutissant au pore génital commun hors duquel il fait parfois saillie quand il se déroule. Il n'a point d'armure chitineuse. Les zoospermes mûrs sont de forme très particulière. Ils sont comme ceux des formes marines du genre composés d'une nervure médiane bordée comme chez les Tritons par une membrane ondulante, simulant une hélice, ou une spirale. Les follicules ovariens mettent en liberté des œufs de toute taille, qui circulent comme les zoospermes dans les mailles du parenchyme pour s'y revêtir du jaune sécrété par les lobules du vitellogène. Dans le voisinage de la vésicule séminale les œufs mûrs sont reçus dans un réceptacle musculeux aboutissant au sinus génital commun par un oviducte fort court. Cette espèce d'utérus ne contient à la fois qu'un seul œuf, entouré d'une coque orangée, sécrétée par une couronne de glandes lagéniformes monocellulaires.

Station et localités. L'espèce exclusivement lacustre ne se voit que dans le détritus ou le limon du fond et cela depuis le bord des lacs jusqu'aux plus grandes profondeurs. Au Léman elle se trouve partout où l'on drague, à Villeneuve, Ouchy, Morges *depuis un mètre jusqu'à trois cent mètres de profondeur.* De même au lac de Neufchâtel. Elle se retrouve au lac de Constance, de Zurich, de Zoug et hors de la Suisse Mr. Forel l'a trouvée aux lacs du Bourget et d'Annecy en Savoie. Mr. Graff au lac de Starnberg en Bavière. En revanche malgré toutes nos recherches nous n'avons jamais pu trouver cet animal dans les eaux stagnantes ou courantes du littoral, ni dans le limon de nos rivières.

Origine et provenance. Puisqu'on ne trouve absolument pas l'animal dans la faune littorale des marais et des rivières et que d'un autre côté il appartient à un genre purement marin qui compte quinze espèces marines pour une seule d'eau douce, il est possible que ce soit un *reliquat* d'une ancienne population maritime ou bien ses œufs auront été importés par quelque oiseau de passage et il aura pu s'adapter à l'eau douce. Peut-être aussi vient-il des eaux *souterraines*, des puits ou des cavernes.

Plagiostoma Lemani (nobis.)

Notre figure représente l'animal placé sous le compresseur et vu de la face dorsale à un grossissement de vingt fois en diamètre.

En fait d'organes internes on n'aperçoit que les contours de la trompe et du sac digestif. L'animal est représenté vivant et dans l'eau.

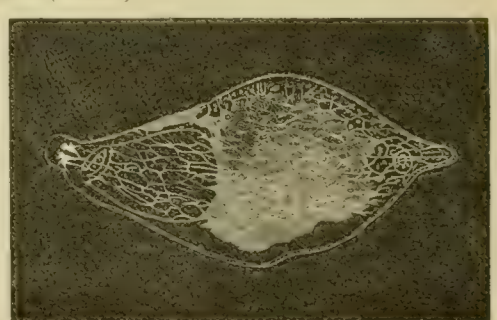


Fig. 2. G. du Plessis ad natur. Viv. del.

Deuxième Ordre. **Dendrocèles.**

I Section. **Triclades. — Planaires d'eau douce,** Lang.

a) Famille des ***Planarides.***

Genre I. Dendrocœlum, Oersted. — Planaria, Linné.

Espèce Nr. 1. **Dendrocœlum lacteum,** Oerst. — **Planaria lactea,** Linné. — **Planaria quadri-oculata,** de Rougemont. — **Planaria cavatica,** Fries.

Cette espèce cosmopolite, si connue et si souvent décrite, est très commune dans la faune littorale sur les rivages du Léman depuis Villeneuve jusqu'à Genève sous les pierres de la grève. Là les sujets sont de grande taille, le canal digestif est coloré en noir, en brun plus ou moins foncé. Les points oculiformes sont très marqués; souvent ils sont divisés en deux, c'est alors la *Planaria quadri-oculata*, Rougemont.

Cette même espèce typique descend du littoral dans les plus grandes profondeurs du lac et là elle se modifie de façon à rester toujours trois ou quatre fois plus petite que les sujets du bord. Elle devient aussi moins opaque et plus translucide. Le tube digestif est ordinairement teint en rose ou en jaune pâle par les Entomostracés du fond dont elle se nourrit. Mais ce qu'il y a de plus curieux c'est que les points oculiformes toujours très petits à peine visibles à la loupe disparaissent totalement chez beaucoup de sujets qui deviennent aveugles. L'espèce se rapporterait alors à la Planaire blanche des cavernes *Planaria cavatica*, Fries, qui est ordinairement aussi aveugle.

Station et localités. Cette petite Planaire rose se tient dans le limon et parmi le détritus moléculaire du fond devant Villeneuve, Ouchy et Morges par 50—150—200 mètres et plus de profondeur. Elle n'est jamais commune dans ces conditions et l'on n'en trouve jamais que peu d'exemplaires mais assez constamment aux mêmes places. Mr. Asper cite du lac Majeur de grandes Planaires aveugles. Peut-être sont-ce de grands sujets de cette même espèce, peut-être aussi se rapportent-ils plutôt vu leur taille au *Dendrocœlum Angarense*, Gerstfeld, qui provenant du lac Baïkal a été retrouvé en France dans le limon des fossés de la ville de Lille par Hallez et qui ressemble beaucoup au précédent, dont il diffère surtout par sa grande taille. La chose restera indécise tant qu'on n'aura pas revu et déterminé exactement les espèces de Mr. Asper.

Origine et provenance. Les sujets du fond ne peuvent provenir que de la faune littorale, par émigration successive qui expliquerait fort bien selon nous comment à côté d'individus totalement aveugles il s'en trouve encore bon nombre ayant conservé des yeux fort petits. Ces derniers seraient ceux dont l'émigration serait faite depuis moins longtemps. Peut-être aussi les sujets aveugles proviendraient-ils des eaux souterraines des puits ou des cavernes.

Nemathelminthes. — Cavitaires, Cuvier. — **Acoelomes,** Haeckel.

Ce sousembranchement offre trois classes ayant des représentants lacustres savoir les *Systolides*, les *Nematoïdes* et les *Annélides.*

Première Classe. **Systolides,** Dujardin. — **Rotateurs. — Rotifères.**

Cette classe renferme surtout des espèces pélagiques. Les formes du fond sont très rares et jusqu'ici fort peu connues. On ne peut citer avec certitude comme espèces de fond que des espèces fixées appartenant à l'ordre des *Systolides sédentaires.* Ici donc se reproduit le fait cité déjà pour les Infusoires savoir que les formes du fond y sont entraînées par les animaux sur lesquels elles se fixent d'habitude.

Premier Ordre. **Sédentaires,** Dujardin.

a) Famille des ***Floscullariens,*** *Dujardin.*

Genre I. Floscularia, Oken.

Espèce Nr. 1. **Floscularia ornata,** Ehrenberg. — **Floscularia hyacinthina,** Oken. — **Floscularia appendiculata,** Leydig. — **Floscularia cornuta,** Dobie.

Station et localités. Nous avons trouvé cette espèce se tenant fixée dans des gaînes transparentes sur le polypier de la *Fredericella sultana* du fond devant Villeneuve par 50—80 mètres de profondeur.

Origine et provenance. L'espèce est très commune dans les mares du littoral à Vidy par exemple. Elle est certainement d'importation littorale. Remarque: Mr. Imhof cite des lacs de Savoie une autre espèce très voisine la *Floscularia proboscidea.*

On trouve quelquefois dans le détritus des carapaces de certains Brachioniens, entre autres du genre *Euchlanis* et *Brachionus*, mais ce sont des débris morts venant de la faune pélagique.

Seconde Classe. **Nematoïdes Rudolph. — Nématodes.**

Premier Ordre. **Nématoïdes libres.**

a) Famille des ***Enoplides*** ou ***Enopliens.***

Genre I. Dorylaïmus, Dujardin. — Urolabes, Carter.

Espèce Nr. 1. **Dorylaïmus stagnalis,** Dujardin.

Station et localités. Cette petite espèce se tient dans le limon du fond. Elle est très abondante et dans tous les dragages devant Morges, Ouchy et Villeneuve à toutes les profondeurs. Elle est très commune aussi dans le lac de Neufchâtel et dans ceux de la Vallée de Joux. Probablement partout ou Mr. Asper indique qu'il a trouvé dans la vase des petits Nématodes libres celui-là en faisait partie.

Origine et provenance. L'animal étant très commun dans la vase et le détritus des marais et cours d'eau du pays circonvoisin, émigre par les affluents dans le fond du lac.

Genre II. Trilobus, Bast.

Espèce Nr. 1. **Trilobus gracilis,** Bast.

Ce ver très caractéristique est aussi commun que le précédent aux mêmes lieux et dans les mêmes conditions. Nous l'avons eu devant Ouchy par 150 mètres de profondeur.

Origine. Il est, comme le précédent, d'importation littorale.

Peut-être que les très petits Nématoïdes signalés du lac de Côme par Mr. Asper appartiennent à l'une ou à l'autre des espèces citées ici, mais il faudrait pour décider la question une détermination qui nous manque.

Deuxième Ordre. Nématoïdes pseudo-parasites.

b) Famille des ***Mermitides.***

Genre I. Mermis, Dujardin.

Espèce Nr. 1. **Mermis aquatilis,** Dujardin.

Station et localités. Espèce très fréquente dans divers lacs de la Suisse et qu'on retrouvera probablement partout. Elle a été signalée d'abord au Léman par Mr. Forel devant Morges; nous l'avons retrouvée devant Ouchy par 45—50—80 mètres. Elle est citée du lac de Côme par 100 mètres, du lac de Zurich par 60—140 mètres, du lac de Zoug par 200 mètres. Elle se trouve également aux lacs de Neufchâtel et de Constance. L'espèce se tient constamment dans le limon du fond.

Origine et provenance. L'espèce ayant été trouvée par Dujardin dans l'eau des rivières et étangs et par Mr. Forel dans la faune littorale attachée par paquets dans le jeune âge parmi les radicelles du Potamogeton crispus, il est permis d'en conclure qu'elle est d'importation littorale.

c) Famille des ***Gordiacés.***

Genre I. Gordius.

Espèce Nr. 1. **Gordius aquaticus,** Linné.

Station et localités. Nous l'avons retiré une fois du fond du lac des Brenets à la Vallée et Mr. Forel en cite quelques individus du Léman. Cependant il nous semble que ces cas sont trop rares pour permettre encore une conclusion définitive.

Troisième Classe. **Annélides,** Cuvier.

Cette classe est bien celle dont on trouve sinon le plus d'espèces au moins les espèces les plus abondantes de la faune profonde. Il est certains lacs, le lac Majeur entre autres, dont le limon recèle partout des quantités prodigieuses d'Annélides souvent d'assez grande taille et qui doivent fournir aux poissons du fond la plus succulente nourriture. Malheureusement cette classe a été encore moins étudiée que les autres, au point de vue de la détermination exacte des espèces et en conséquence l'étude de leur distribution et répartition dans les divers lacs de la Suisse ne peut guères se faire. Comme pour les autres classes les premières recherches à cet égard datent des travaux de Mr. Forel au Léman. Tout son matériel soigneusement préparé, avait été envoyé au professeur Grube. Ce dernier étant mort avant d'avoir publié le résultat de son travail sur les espèces de Mr. Forel, on comprendra que nous n'avons là-dessus que des renseignements oraux et très vagues à reproduire, car nous n'avons pas en mains les notes laissées par Mr. Grube.

Premier Ordre. **Oligochètes,** Claparède.

a) Famille des ***Tubificides,*** Claus.

Genre I. Tubifex, Lamarck. — Saenuris, Hoffmann.

Espèce Nr. 1. **Tubifex rivulorum,** Lamarck. — **Saenuris variegatus,** Hoffmann.

Station et localités. Nous l'avons observé ordinairement dans le limon du fond du Léman devant Ouchy par 40—50 mètres de profondeur et il se retrouvera probablement partout. Mr. Asper ne cite pas cette espèce parmi celles qu'il aurait rencontrées dans les divers lacs de la Suisse qu'il a explorés, mais elle n'y manque sans doute pas.

Origine. La faune littorale où l'animal abonde.

Espèce Nr. 2. **Tubifex velutinus,** Grube. — **Saenuris velutinus,** Grube.

Cette espèce, encore inédite, devait être décrite en détail dans le travail du professeur Grube, auquel Mr. Forel avait envoyé tous ses matériaux. Ce travail n'a point paru. Néanmoins Mr. Grube a déclaré l'espèce nouvelle et lui a imposé le nom de *Saenuris velutinus* pour rappeler l'aspect velouté très caractéristique que présente la peau de cet animal, aspect dû à ce que l'épiderme chitineux du ver est tout couvert de petites aspérités très serrées. On distingue à cela immédiatement cette espèce de tous les autres Annélides des lacs qui tous sont transparents tandis que ce ver est très opaque.

Station et localités. L'espèce, comme la précédente, se tient constamment dans le limon du fond qu'elle sillonne en tout sens et où elle se forme des galeries enduites de mucus. Dans ces conditions-là on la rencontre dans le Léman partout où l'on drague

dès 10 mètres aux plus grandes profondeurs devant Villeneuve, Ouchy, Morges etc. Mr. Asper retrouve cette même espèce, en grande abondance, dans plusieurs lacs Suisses, notamment au lac de Zurich près de Zollikon, par 100—200 mètres de fond.

Origine. Nous n'avons encore jamais vu cette espèce ni dans le limon des rivières ni dans les marais du bord du lac. Elle n'est donc pas d'origine littorale.

b) Famille des ***Lombriculides,*** *Claus.*

Genre I. Lumbriculus, Grube.

Nous rapportons avec quelques doutes à cette famille et à ce genre une espèce encore plus commune et plus répandue que la précédente et qui s'est rencontrée jusqu'à présent dans tous les lacs Suisses où l'on a dragué. Cette espèce se distingue immédiatement par sa très grande transparence et par la lenteur de ses mouvements du *Lumbriculus variegatus*, O. F. Müller, qui abonde dans la faune de rivage. Mr. Grube l'avait considérée dans les notes manuscrites remises à Mr. Forel, comme constituant un nouveau genre et une nouvelle espèce sous le nom de *Bathynomus profundus*, Grube. Mais ce même nom de *Bathynomus profundus* étant déjà appliqué auparavant à un Crustacé Isopode de la faune profonde ne saurait être conservé ici; nous désignons donc provisoirement l'espèce sous le nom de:

Espèce Nr. 1. **Lumbriculus pellucidus** (nobis), spec. incert. sed.?

Station et localités. Cette espèce se trouve partout dans le limon du Léman à toutes les profondeurs et devant toutes les localités. Nous l'avons retrouvée aux lacs de la Vallée de Joux (1009 mètres) et à celui de Neufchâtel. Mr. Asper l'a rencontrée en abondance aux lacs de Zurich, de Wallenstadt, d'Aegeri, de Zoug, de Lucerne, de Côme, de Lugano, au lac Majeur, aux lacs de Klön, de Sils et de Silvaplana dans les alpes.

On voit par cette liste qu'il n'y a pas d'espèce plus répandue.

Origine et provenance. Nous ne connaissons pas encore cet animal dans la faune littorale non lacustre.

Dans tous les cas une description nouvelle et détaillée sera indispensable ainsi qu'une détermination exacte et tout ce qui concerne cet animal est à revoir avant de le nommer d'une manière définitive.

c) Famille des ***Naïdes,*** *Claus.*

Genre I. Stylaria, Lamarck. — Naïs, O. F. Müller.

Espèces Nr. 1. **Stylaria proboscidea,** O. F. Müller. — **Naïs proboscidea,** O. F. Müller.

Station et localités. Cette espèce habite surtout le détritus moléculaire, ramené par la drague à rateau du fond du Léman devant Morges et Villeneuve. C'est une forme

qui va sans interruption de la faune du rivage à la faune du fond. Nous l'avons eue par 45, 50, 60 et 150 mètres. Nous avons retrouvé l'espèce en très beaux exemplaires au fond du lac de Joux. Les exemplaires du fond ne sont point aveugles, mais le pigment des taches oculaires au lieu d'être noir est souvent rouge, ou même d'un jaune orangé. Les sujets sont aussi plus translucides.

Origine et provenance. L'espèce étant très commune dans nos marais et eaux du littoral, elle émigre de la faune littorale à la faune profonde.

Genre II. Naïs, O. F. Müller.

Espèce Nr. 1. **Naïs elinguis,** O. F. Müller.

Station et localités. Nous avons parfois trouvé cette espèce devant Morges dans le détritus moléculaire des profondeurs moyennes.

Origine et provenance. L'animal est commun dans la faune littorale du lac parmi les Potamots et les Myriophylles à Ouchy et Morges et de là il émigre plus loin vers le fond.

Genre III. Chaetogaster, V. Baër.

Espèce Nr. 1. **Chaetogaster diaphanus,** Gruithuisen. — **Chaetogaster vermicularis,** O. F. Müller.

Station et localités. L'espèce est fréquente dans le détritus moléculaire devant Morges et Ouchy à toutes les profondeurs.

Origine et provenance. L'animal est fréquent dans toutes les mares du bord du lac; il est donc d'origine littorale.

Il nous reste parmi les Platyhelminthes parasites quelques espèces, citées par nos devanciers et qui sont des hôtes incertains du fond de nos lacs.

Classe des Cestodes.

Genre Ligula.

Espèce Nr. 1. **Ligula simplicissima,** Rud.

Cette espèce a été rencontrée, quoique assez rarement, dans le Léman par Mr. Forel. Elle se tient dans le limon.

Genre Caryophyllaeus.

Espèce Nr. 1. **Caryophyllaeus mutabilis,** Rud.

Cette espèce a été trouvée par Mr. Asper dans le fond des lacs de Pfäffikon et de Greifensee. Elle habite le limon.

Classe des **Hirudinées.**

Genre Piscicola.

Espèce Nr. 1. **Piscicola geometra.**

Cette espèce a été trouvée dans les produits de la pêche pélagique et dans le sac de la drague à râteau où elle s'engage lorsque on le remonte. C'est un animal qui nage très bien et très vivement, mais les sujets qu'on prend ainsi sont petits et non encore adultes. En revanche on en trouve souvent d'entièrement développés sur les filets des pêcheurs de Féras.

Cette sangsue parasite des poissons peut en allant de l'un à l'autre, séjourner par hasard au fond du lac sans pour cela faire régulièrement partie de la faune profonde.

Sixième partie.

Embranchement des Articulés. — Arthropodes.

Première Classe. **Crustacés.**

Pour les ordres inférieurs de cette classe nombreuse et importante nous n'avons jusqu'à présent des documents précis et exacts que pour le lac Léman.

Premier Ordre. **Copépodes.**

a) Famille des ***Cyclopides,*** *Claus.*

Genre I. Cyclops, O. F. Müller.

Espèce Nr. 1. **Cyclops brevicornis,** Claus. — Espèce Nr. 2. **Cyclops magniceps,** Liljeb.

Nous citons ces deux espèces d'après la détermination de Mr. H. Vernet.

Station et localités. Ces Crustacés se tiennent parmi le détritus floconneux ramené par la drague à râteau devant Morges, Lausanne et Villeneuve jusqu'à 150 mètres de profondeur.

Origine et provenance. Les mêmes espèces se trouvant dans les eaux stagnantes du littoral émigrent de là dans la faune profonde.

b) Famille des ***Harpactides,*** *Claus.*

Genre I. Canthocamptus. — Cyclops, O. F. Müller.

Espèce Nr. 1. **Canthocamptus minutus,** Claus.

Station et localités. Nous avons toujours rencontré ce très petit Copépode dans le détritus moléculaire du fond du lac devant Ouchy depuis 45 mètres à 150 mètres de profondeur.

Origine et provenance. L'espèce habitant aussi les eaux stagnantes du rivage est certainement d'importation littorale.

Peut-être aussi faut-il citer encore le *Canthocamptus staphylinus*, Jurine, très voisin du précédent et que Mr. Vernet cite dans sa liste des Copépodes du lac.

Deuxième Ordre. **Phyllopodes**, Claus. — **Branchiopodes.**

Sous-ordre des Cladocères.

a) Famille des ***Lynceïdes,*** Claus.

Genre I. Eurycercus, Baird. — Lynceus, O. F. Müller.

Espèce Nr. 1. **Eurycercus lamellatus,** O. F. Müller. — **Lynceus lamellatus,** O. F. Müller.

Ce gros Lyncée abonde dans le détritus du fond devant Morges, Ouchy et Villeneuve. Nous l'avons retrouvé aux lacs de la Vallée de Joux, au lac Ter et à l'étang d'Arnex; là les exemplaires sont d'un brun foncé, tandis que les sujets du Léman venant de 50—150 mètres sont tout à fait incolores.

Origine et provenance. L'espèce abonde dans les mares du pays, surtout à l'étang d'Arnex elle est donc dans tous les cas d'importation littorale. Mr. Forel dit que Jurine n'avait jamais rencontré l'espèce en Suisse ailleurs qu'au lac. S'il eut pêché à l'étang d'Arnex il l'aurait trouvée en abondance ainsi qu'au lac Ter à la Vallée.

Genre II. Lynceus, O. F. Müller.

Espèce Nr. 1. **Lynceus macrurus,** O. F. Müller. — **Camptocercus macrurus,** Baird.

Station et localités. L'espèce se rencontre avec la précédente aux mêmes localités et dans les mêmes conditions devant Ouchy, Villeneuve, Morges jusqu'à 100—150 mètres de profondeur.

Origine. Elle est comme la précédente de provenance littorale.

Genre III. Alona, Baird.

Espèce Nr. 1. **Alona quadrangularis,** O. F. Müller. — **Lynceus quadrangularis,** O. F. Müller. — **Lynceus striatus,** Jurine. — **Lynceus affinis,** Leydig.

Station et localités. Habite en abondance les mêmes lieux que les précédents; se rencontre aussi au lac de Neufchâtel.

Origine. La faune littorale où elle abonde.

Genre IV. Acanthocercus, Schiödte.

Espèce Nr. 1. **Acanthocercus rigidus,** Schiödte.

Station et localités. Cette petite espèce se trouve devant Morges dans le détritus moléculaire du lac.

b) Famille des ***Daphnides,*** *Claus.*

Genre I. Moina, Baird.

Espèce Nr. 1. **Moina bathycola,** Vernet. — Peut-être **Moina brachiata** ou **Monoculus brachiatus,** Jurine.

Cette très curieuse Daphnia considérée comme nouvelle par Mr. H. Vernet est probablement simplement le Monoculus brachiatus de Jurine, légèrement modifié. L'animal ne nage jamais comme les autres Daphnies, il ne peut que ramper et s'enfouir dans le détritus avec ses longues antennes, c'est purement une forme du fond.

Station et localités. Nous l'avons eu très fréquemment devant Ouchy par 45—50 mètres et devant Morges par 60 mètres. Il se tient dans le détritus moléculaire.

Origine. Comme le Monoculus brachiatus est de la faune littorale il est probable que c'est de là aussi que proviendrait la Moina bathycola qui n'est jusqu'ici citée d'aucun autre lac Suisse.

c) Famille des ***Sidides,*** *Claus.*

Genre I. Sida. — Daphnia, O. F. Müller.

Espèce Nr. 1. **Sida cristallina. — Daphnia cristallina,** O. F. Müller.

Cette belle espèce semble appartenir simultanément à la faune pélagique et à la littorale. Du moins Mr. Forel et moi nous en avons ordinairement trouvé dans le détritus ramené par la drague à râteau. Mais il reste quelque doute à cet égard, attendu que les sujets pourraient s'être engagés simplement dans l'embouchure du sac pendant que celui-ci remonte à la surface.

Station et localités. Détritus du fond devant Morges et Ouchy jusqu'à 150 mètres.

Origine. L'espèce abonde le long du rivage du lac de Joux et des Brenets et aussi sur le littoral du Léman, elle est donc entièrement d'importation littorale.

Troisième Ordre. Ostracodes.

a) Famille des ***Cyprides,*** Claus.

Genre I. Cypris, O. F. Müller. — Candona, Baird.

Espèces Nr. 1 et 2. **Cypris minuta,** Baird. — **Cypris lucens,** Baird. **Candona lucens** et **Candona similis,** Baird.

Station. Ces deux petites espèces sont très abondantes dans le détritus ramené du fond par la drague à râteau devant Ouchy par 45 mètres et devant Morges par 60 mètres.

Origine et provenance. La faune littorale est leur point de départ car elles sont très communes le long du rivage. Elles se retrouvent au lac de Neufchâtel.

Espèce Nr. 3. **Cypris acuminata,** Zenker.

Cette espèce assez grande et très caractéristique est fort commune. Il se pourrait qu'elle ait été confondue par Mr. Vernet avec son *Acanthopus elongatus*, au moins d'après la figure qu'il donne des valves de ce dernier.

Station et localités. L'espèce abonde partout devant Morges, Ouchy, Villeneuve à toutes les profondeurs. Elle s'enfouit dans le détritus. Nous l'avons trouvée aussi au lac de Neufchâtel.

Origine et provenance. L'espèce habitant aussi les marais et les étangs est donc, comme les précédentes, d'origine littorale.

b) Famille des ***Cythérides,*** *Claus.*

Voici une famille composée exclusivement d'espèces rampantes, habitant la mer. Néanmoins Mr. Vernet a découvert dans le fond du Léman une espèce d'eau douce. Il a fondé pour elle un nouveau genre sous le nom de *Acanthopus*, H. Vernet.

Espèce Nr. 1. **Acanthopus resistans,** Vernet.

Cette espèce, d'un faciès tout particulier, ne peut que ramper et jusqu'ici n'a pas été trouvée sur le littoral ni dans les eaux stagnantes ou courantes du pays environnant.

Station et localités. L'espèce se tient surtout parmi les débris moléculaires d'Entomostracés pélagiques tombés au fond du lac. Dans ces conditions nous en avons trouvé partout dès 30 mètres jusqu'aux plus grandes profondeurs devant Ouchy, Morges et Villeneuve. L'espèce n'est encore citée d'aucun autre lac Suisse, mais il est néanmoins probable qu'on la retrouvera partout.

Mr. Vernet indique comme seconde espèce un *Acanthopus elongatus* dans laquelle nous pensons au contraire reconnaître la *Cypris acuminata* de Zenker.

Origine et provenance. L'animal appartenant à un groupe, composé jusqu'ici uniquement d'espèces marines et ne s'étant rencontré jusqu'à présent que dans la faune lacustre profonde. Mr. Vernet pense qu'il est un reste d'une ancienne faune maritime ou plus probablement le résultat d'importation des œufs par quelque oiseau marin de passage.

Acanthopus resistans.

Description résumée d'après Mr. Vernet.

Taille. Longueur 0 mm. 905.
Largeur 0 mm. 530.

Forme. Valves ovoïdes mais à partie antérieure beaucoup plus large que la postérieure. Bord inférieur légèrement creux ou concave à son milieu. Bord des valves recourbé en dedans. Surface des valves rugueuse, bombée, présentant près du bord supérieur une arête irrégulière peu marquée, formant plusieurs saillies, entre lesquelles se

détachent quelques sinus allant vers le bord inférieur. Valves couvertes de poils très fins et délicats formant sur les bords des soies rayonnantes roides.

Couleur. L'animal est d'une teinte rosée qui se voit au travers des valves. Au centre de celle-ci se voient quelques taches brunes marquant les viscères.

Membres developpés normalement et se composant de deux paires d'antennes, une paire de mandibules, une paire de maxeilles, trois paires de pattes et un post abdomen rudimentaire. Membrure en somme semblable à celle des Cythérides.

Quatrième Ordre. **Isopodes.**

a) Famille des ***Asellides,*** Gerst.

Genre I. Asellus, Geoffroy.

Espèce Nr. 1. **Asellus Foreli,** Blanc. — **Asellus Sieboldi,** Rougemont. — **Asellus cavaticus,** Schiödte.

Cette espèce de la faune lacustre profonde qui n'est probablement pas spécifiquement différente de l'*Asellus cavaticus* des eaux souterraines a été présentée par Mr. Forel qui l'a rencontrée, bien que rarement, au fond du Léman depuis 30 à 300 mètres de profondeur.

Station et localités. Habite le détritus du fond du lac devant Morges, Ouchy et Villeneuve, assez rarement toutefois. On trouve plus fréquemment l'animal sur les filets du fond, employés en hiver pour la pêche à la Féra.

Ce même Asellus se retrouve très abondamment au lac de Lucerne par 50 à 80 mètres de profondeur devant Beggenried selon Mr. Asper, et Mr. Forel vient aussi de le retrouver en Savoie au lac d'Annecy. Mr. H. Blanc l'a décrit et figuré sous le nom de Forel.

Origine et provenance. Dans les eaux du canton et dans celle du littoral on ne trouve nulle part l'*Asellus aquaticus* qui pourrait lui servir d'ancêtre, il ne reste donc plus qu'à le faire dériver des eaux souterraines, des puits ou cavernes en communication avec le lac. Si cette supposition est fondée l'*Asellus Foreli* de nos lacs proviendrait de l'*Asellus cavaticus* des eaux souterraines, lequel à son tour ne serait que l'*Asellus aquaticus* modifié.

Cinquième Ordre. **Amphipodes.**

a) Famille des ***Gammarides.***

Genre I. Niphargus.

Espèce Nr. 1. **Niphargus puteanus,** Koch. — **Niphargus Foreli,** A. Humbert.

Station et localités. Cette curieuse espèce aveugle et translucide fut trouvée par Mr. Forel dès ses premiers draguages du fond du Léman devant Morges par les plus

grandes profondeurs jusqu'à près de 300 mètres. Il en trouva de même devant Villeneuve et nous devant Ouchy par 150 mètres de profondeur.

L'espèce n'est pas rare au Léman. Elle est commune aussi au lac de Zurich à Wädensweil et Oberried jusqu'à 150 mètres de fond. On la retrouve plus rarement au lac de Lucerne et à celui de Côme selon Mr. Asper et aussi à celui de Neufchâtel selon Messieurs Forel et de Rougemont.

Origine et provenance. L'espèce provient certainement des eaux souterraines, des puits ou des cavernes communiquant avec le lac; elle est donc d'origine littorale.

Genre II. Gammarus.

Espèce Nr. 1. **Gammarus pulex**, variet.

Mr. Asper décrit du lac de Zurich une variété albine de cette espèce qui se distingue surtout par l'absence de tout pigment oculaire et la transparence générale des tissus. Elle se trouve aux mêmes localités que la précédente.

Deuxième Classe. Arachnides.

Premier Ordre. Tardigrades, Claus.

Genre I. Arctiscon, Schrank. — Milnesium, Doyère.

Espèce Nr. 1. **Arctiscon tardigradum,** Schrank. — **Milnesium tardigradum,** Doyère.

Espèce très connue et bien figurée par divers auteurs.

Ce curieux Arachnide est fréquent dans les moyennes profondeurs du lac. Mr. Selenka l'a vu d'abord devant Morges et nous l'avons retrouvé depuis devant Ouchy.

Station et localités. Se tient dans le détritus moléculaire ramené par la drague à râteau devant Morges par 60 mètres et devant Ouchy par 45—150 mètres. On ne le découvre qu'en explorant avec une forte loupe les parois des flacons où l'on a laissé reposer le produit de la drague à râteau. Les Tardigrades viennent ramper le long des parois où on les aperçoit comme des points blanchâtres. L'espèce a été trouvée aussi dans les lacs italiens.

Origine et provenance. L'animal étant très commun dans la masse des toits, des arbres des gouttières et aussi dans les marais et au fond des eaux stagnantes du littorale, il est facile d'en déduire que les sujets du fond sont d'importation littorale.

Deuxième Ordre. Acariens, Dugès.

*a) Famille des **Hydrarachnides. — Hydrachnelles.***

Cette famille-là contient une foule de genres et d'espèces qui peuplent tous les lacs de la Suisse depuis ceux de la plaine jusqu'aux bassins les plus élevés des montagnes

(par ex. les lacs du Faulhorn, 2335 mètres, Haller). Malheureusement il est quelquefois très difficile pour celles de ces espèces qui nagent bien, de savoir s'il faut les ranger dans la faune profonde, ou dans la pélagique, ou dans la littorale. Il y a des espèces qui, comme l'*Atax crassipes*, se tiennent durant le jour au fond des bassins, et viennent la nuit se mêler aux danses vagabondes des chœurs de la faune pélagique. D'autres espèces ordinairement littorales peuvent néanmoins dans leurs courses descendre assez loin du rivage vers les zônes profondes sans demeurer pour cela régulièrement dans les profondeurs. C'est pourquoi sur le grand nombre des espèces lacustres observées jusqu'ici nous nous contenterons de citer les quelques formes, desquelles il est bien établi que ce sont des espèces de la faune profonde.

Pour la détermination et la synonymie de ces espèces-là nous nous sommes servi de l'excellent petit manuel du Dr. G. Haller (die Hydrachniden der Schweiz) auquel nous renvoyons pour les descriptions et les détails.

Deuxième Section. **Hydrachnides lateroculées,** Haller.

Genre I. Hygrobates, C. L. Koch.

Espèce Nr. 1. **Hygrobates longipalpis,** Herrmann. — **Hygrobates rotundatus,** C. L. Koch. — **Nesaea dentata,** Kramer. — **Campognatha Forelı,** Lebert. — **Campognatha Schnetzleri,** Lebert.

Voici un animal fait exprès pour montrer une fois de plus combien il faut maintenant de prudence quand on veut créer des genres ou des espèces nouvelles, dans des groupes déjà bien étudiés.

En effet, lors des premières recherches de Mr. Forel, Mr. Lebert crut pouvoir décrire, comme nouveau genre et nouvelle espèce, l'animal dont il s'agit ici et qui appartenait au contraire à une forme déjà connue et même d'ancienne date. Cette espèce était même déjà bien figurée. Mr. Könike, dans ses remarques sur le travail posthume de Lebert, eut l'occasion de rétablir la synonymie de cette espèce selon le véritable état des choses, et nous en reproduisons ci-dessus la plus grande partie.

Station et localités. L'espèce en question est, de toutes, celle qui atteint les plus grandes profondeurs. Mr. Forel, dès ses premiers dragages en a ramené, des plus grands fonds du lac Léman par près de 300 mètres. Pour se faire une idée de la quantité incroyable de ces animalcules l'on n'a qu'à examiner en hiver les cordes des filets que les pêcheurs laissent séjourner à 200 mètres pour saisir les Féras. Chaque maille est couverte de centaines de ces petites araignées mêlées à quelques Hydres roses et à des sangsues parasites du genre *Piscicola*.

L'espèce se rencontre partout dans le lac aussi bien devant Villeneuve qu'à Ouchy et Morges, mais on la rencontre seulement à partir de 20—30 mètres. Elle est fort

commune aussi dans les lacs de Zurich, Constance, Neufchâtel, Côme etc. et il est probable qu'on la retrouvera partout. C'est en même temps l'espèce qui monte le plus haut dans les Alpes, puisque d'après Mr. Haller, on la trouve jusque dans les lacs du Faulhorn à 2335 mètres d'altitude. La Campognatha Schnetzleri n'est qu'une variété de la forme typique.

Origine et provenance. Comme l'*Hygrobates longipalpis* existe dans une foule de mares et d'étangs en Suisse et en Allemagne et qu'il peut s'attacher lui-même, ou tout au moins ses larves, aux pattes ou au plumage des oiseaux aquatiques, il est très facile d'expliquer pourquoi il est si répandu dans tous nos lacs. Comme il a la vie dure et peut subir impunément des vicissitudes extrêmes, soit comme écart de température, soit comme variation de pression, on comprend que cette forme originairement littorale, ait pu s'accomoder si bien à la faune profonde, au point de devenir une espèce de fond par excellence. Mais elle n'en est pas moins pour cela d'origine littorale.

Genre II. Pachygaster, Lebert.

De tous les nouveaux genres admis et fondés par Lebert, celui-ci est le seul qui ait pu surnager et l'espèce unique sur laquelle il est fondé est, en effet, une forme caractéristique des profondeurs moyennes de nos lacs dans les limites de 30—40 mètres.

Espèce Nr. 1. **Pachygaster Tau insignitus,** Lebert. — **Lebertia insignis,** Neumann.

Station et localités. Habite en abondance le limon du Léman devant Morges, Ouchy et Villeneuve partout où l'on drague depuis 20—40—45 mètres de profondeur.

Se retrouve au lac de Neufchâtel et puis à celui de Zurich et de Zoug d'après Mr. Asper jusqu'à une profondeur de 60 mètres, mais ici les exemplaires sont d'une belle couleur rouge.

Genre III. Nesæa, C. L. Koch.

Espèce Nr. 1. **Nesæa reticulata,** Kramer. — **Nesæa lutescens,** Lebert.

Voici encore une espèce décrite par Lebert comme étant nouvelle, mais qui était déjà connue quoique moins bien que la précédente.

Station et localités. Elle habite le fond du Léman devant Morges par 45 mètres à peu près, et se rencontre souvent dans ces conditions avec l'*Hygrobates longipalpis.* Nous l'avons retrouvée dans le lac de Neufchâtel.

Origine et provenance. Probablement la faune littorale, puisque l'espèce se retrouve dans les lacs et étangs d'Europe.

Appendice. Famille des Oribatides.

Genre IV. **Halacarus**, Brady?

(Voir Brady dans Proceed. Zool. Society 1875, Nr. XX.)

Espèce Nr. 1. **Halacarus,** nov. spec? spec. incert. sedis?

Nous avons rencontré régulièrement dans tous nos dragages une espèce microscopique très difficile à découvrir à la loupe. Elle rappelait entièrement une forme marine trouvée par nous à Villefranche, à St. Tropez, à Cette et ailleurs encore à Toulon. Cette espèce marine se rapportait elle-même assez bien à un Acarien décrit et figuré par Giard, dans les archives de zoologie de Mr. de Lacaze Duthiers, comme parasite des Synascidies. Cet Acarien se rapportant au genre Halacarus de Brady, nous n'hésitons pas pour le moment à y rapporter notre espèce lacustre, mais cependant comme une connaissance spéciale de ces animaux est indispensable, avant de nommer cette forme, nous l'avons envoyée au Dr. G. Haller à Zurich, bien connu par des travaux excellents sur les Acariens. Il nous a répondu qu'il tenait, comme nous, l'animal pour un *Halacarus*, mais que les ouvrages nécessaires pour s'en assurer positivement lui manquaient, ainsi qu'à nous. C'est pourquoi, par précaution, nous ne nommons pas encore cette espèce et nous accompagnons la citation d'un point d'interrogation, qui laisse place à toutes les suppositions et aux recherches ultérieures. Personne, avant nous, n'avait découvert cet animal, que nous avons signalé le premier.

Station et localités. Notre espèce, presque invisible à l'œil nu, ne se tient que dans le détritus moléculaire ramené par la drague à râteau. On ne la découvre qu'en explorant avec une bonne loupe les parois des flacons où l'on a déposé ce détritus recouvert d'une bonne couche d'eau. Alors on voit cet être comme un très petit point roussâtre, qui se meut en rampant avec une excessive lenteur. Le délai qui nous est fixé ne nous permet pas d'attendre les documents nécessaires pour l'étudier en détail. L'espèce est du reste commune partout et à toutes les profondeurs devant Villeneuve, Ouchy et Morges. Nous en avons retiré en dernier lieu devant Ouchy par 150 mètres de profondeur.

Origine et provenance. Comme nous avons retrouvé ce même animal dans un étang près de Mont-Cherend, nous pensons qu'il existe quelque part dans les étangs du littoral et qu'il est par conséquent un émigré de la faune littorale.

Troisième Classe. **Insectes.**

Ici il n'y aurait à proprement parler rien à citer puisqu'aucun insecte parfait n'a encore été rencontré jusqu'ici dans la faune profonde. Cependant, si les insectes parfaits y manquent en revanche les larves d'insectes y pullulent et cela à toutes les profondeurs et dans les lacs les plus élevés des Alpes, aussi bien que dans ceux de la

plaine. Toutes ces larves appartiennent, chose curieuse, au même ordre d'insectes. Ce sont toujours en effet des larves de Diptères que l'on rencontre dans le limon des profondeurs. Et parmi les Diptères ces larves appartiennent en général à quelques grandes familles. Ce sont des larves de Tipulaires, de Chironomides et de Culicides. Ce sont donc toujours des Diptères Némocères. Mais tant qu'on ignore quel est l'insecte parfait qui sort de chaque larve, leur détermination spécifique est impossible. Or une seule larve jusqu'ici à pu être déterminée spécifiquement et justement cette larve, parfaitement transparente, et nageant fort bien, appartient plus probablement à la *faune pélagique.*

Ordre des **Diptères.**

Genre I. Corethra.

Espèce Nr. 1. **Corethra plumicornis.**

Station et localités. Le lac de Pfäffikon où elle se tient avec les animaux pélagiques. Mr. Forel vient de retrouver cette larve dans le lac d'Annecy en Savoie.

Origine et provenance. Cette larve existant dans beaucoup d'étangs et de marais du canton, entre autres à Orbe d'après nos propres observations, et se trouvant assez répandue en Suisse, elle est certainement d'origine littorale et fait alternativement partie tantôt de la faune profonde et tantôt de la faune pélagique, comme cela arrive aussi pour l'*Atax crassipes.*

Notice complémentaire.

Animaux faisant seulement temporairement partie de la faune profonde.

Ici outre l'*Atax crassipes* et la *Corethra plumicornis* nous n'avons plus à citer que quelques poissons qui se rendent en hiver dans les régions profondes.

Vertébrés.

Classe des **poissons.**

Genre I. Coregonus.

Espèce Nr. 1. **Coregonus Féra,** Jurine. — Espèce Nr. 2. **Coregonus hiemalis.** Siebold.
Espèce Nr. 3. **Coregonus Wartmanni,** Siebold.

De ces trois espèces les deux premières habitent le fond du Léman en hiver, pour y déposer le frai. La troisième habite le fond du Lac de Constance.

Genre II. Lotta.

Espèce Nr. 1. **Lotta vulgaris,** Cuvier.

Cette espèce accompagne les Féras dans les profondeurs du lac, afin d'en dévorer le frai.

Septième partie.

Conditions générales de la vie pour les animaux de la faune profonde.

Tous les animaux que nous venons de passer en revue dans les six premières parties de ce travail vivent au fond de nos lacs dans des conditions toutes particulières, que nous avons indiquées, en passant, dans notre Introduction, mais qu'il convient de reprendre ici en détail pour en donner la justification appuyée sur des preuves expérimentales.

Voici comment Mr. Forel lui-même résume ces conditions du milieu ambiant (voir Matériaux etc. IIe et IIIme série 1876): „*Pression considérable, température basse et invariable, lumière nulle, agitation nulle, flore nulle, alimentation moyennement abondante.*“

Reprenons maintenant un à un tous ces points pour les discuter. Quant au premier „*Pression considérable*“ c'est un simple fait indiscutable que de dix en dix mètres la pression s'augmente à chaque fois d'une atmosphère. Les animaux retirés de la plus grande profondeur du Léman, par trois cents mètres environ, ont donc à supporter une pression de trente atmosphères. Personne ne niera sans doute que ce ne soit là une pression considérable. C'est donc un fait établi. Mais les conséquences de ce fait ne sont pas du tout ce qu'on pourrait croire au premier abord. Il arrive ordinairement en été, que les animaux de la faune profonde périssent très vite après avoir été ramenés à la surface. Il serait naturel de croire que c'est à la brusque dépression qu'ils subissent en revenant vers la surface que ce résultat est dû. Or il est parfaitement prouvé à présent que ce n'est pas du tout le changement de pression qui les tue, mais simplement l'élévation de température de l'eau. D'abord en hiver et surtout s'il gèle, ils supportent parfaitement bien le transport à la surface et on peut les conserver des semaines ainsi. De plus, même en été, on les maintient parfaitement vivants dans les bocaux où l'on a soin de mettre fondre quelques morceaux de glace. Enfin les animaux pélagiques viennent le soir et la nuit jouer à fleur d'eau à la surface et n'ont là qu'une pression d'une atmosphère à soutenir. Puis pendant le jour, surtout s'il fait soleil, ces mêmes animaux redescendent à cinquante, à cent mètres de profondeur, là où ils ont une pression dix fois plus forte à soutenir et cependant ils subissent sans nul inconvénient ces brusques alternatives de pression et dépression.

Mr. Forel nous a donné l'explication de cette contradiction apparente en prouvant, dans un chapitre intitulé „physiologie de la respiration dans les grandes profondeurs“ (voir § XXX, Faune profonde, 2ème série) que la quantité des gaz dissous dans l'eau profonde ne diffère pas sensiblement dans les échantillons ramenés par la pompe de ce qu'elle est à la surface et que, par conséquent, les animaux ne sont exposés ni à des ruptures d'organes, par l'expansion de gaz décomprimés, ni à un changement trop grand dans leur régime respiratoire.

Il dit textuellement (voir Faune profonde du Léman, 2ème série, page 202): „La composition chimique de l'eau ne varie pas de la surface aux grandes profondeurs. Ce fait rend possible les migrations annuelles des poissons qui, suivant les saisons, habitent des couches fort diverses de l'eau et celles des animaux pélagiques qui, suivant les heures du jour ou de la nuit, habitent la surface ou la région profonde du lac.

„La quantité des gaz dissous dans l'eau est sensiblement la même à la surface et dans les grands fonds. Ce fait est aussi une condition sine qua non des migrations des animaux."

Prenons maintenant le second point des conditions de milieu, résumées par Mr. Forel pour les animaux des profondeurs, et nous le trouverons tout aussi bien prouvé, tout aussi indiscutable que le premier et bien plus important comme conséquences pour les animaux qui y sont soumis. Ce second point. Forel l'énonce ainsi „*température basse et invariable.*" En effet, on sait depuis longtemps, que la température de l'eau douce à son maximum de densité est de 4.8 de degrés centigrades. C'est à cette température qu'elle est le plus pesante. Ainsi il est de toute évidence qu'à cette température ou aux environs de cette température, elle doit gagner le fond des lacs et s'y maintenir toujours ainsi, puisqu'à ces profondeurs elle ne peut plus être agitée par les vagues, ni influencée par le soleil. Voici des chiffres tirés des tout derniers sondages de Mr. Forel qui montrent qu'il en est partout ainsi:

Lac du Bourget	par	120	mètres	temp.	5.7	centigrades.
„ d'Annecy	„	115	„	„	5.7	„
„ Léman	„	120	„	„	5.8	„
„ de Neufchâtel	„	120	„	„	5.9	„
„ de Zurich	„	—	„	„	4.4	„
„ de Lucerne	„	—	„	„	4.4	„
„ de Thoune	„	165	„	„	4.83	„

„A partir de 50 mètres, nous dit encore Mr. Forel dans son premier travail, la température peut être considérée comme constante et oscillant autour de 5 centigr. On peut admettre qu'à ces profondeurs la température est la même pendant toute l'année."

Les régions profondes des lacs ne connaissent donc non seulement pas les différences diurnes et nocturnes de température qui influent si notablement sur tous les animaux aériens, mais il n'y a point de saisons pour les animaux qui les habitent. Ils n'ont ni été ni hiver et n'apprennent le retour des frimas que par la visite des poissons qui arrivent dans ces régions pour y chercher une eau ne se refroidissant pas au-dessous de la température de 5 centigrades. Cette température (de 5 ou 4.8) est pourtant fort basse comparativement à celle de l'eau de la surface, qui parfois en été s'élève jusqu'à 22 et 24 centigrades.

C'est précisément à cette grande différence entre la température du fond et celle de la surface qu'on doit la prompte mort et la très difficile conservation des animaux du

fond en été, si l'on ne met dans l'eau de suite après la pêche des morceaux de glace pour en rabaisser la température.

Parlons maintenant du troisième point. Mr. Forel l'énonce ainsi: „Lumière nulle.“ Nous dirions, plus volontiers, obscurité toujours très grande souvent absolue dans les plus grandes profondeurs. Au début de ses recherches Mr. Forel s'exprimait ainsi: „La lumière est fort affaiblie absorbée qu'elle est presqu'entièrement par l'épaisse couche d'eau qu'elle a à traverser. Un objet, quelque brillant qu'il soit, disparaît à nos yeux lorsqu'il est plongé dans le lac à 12 ou 15 mètres de profondeur.“ Plus tard Mr. Forel reprenant la même méthode, nous dit dans ses „Matériaux, seconde série, § XXVIII, page 149,“ en réunissant les chiffres de deux années d'observations (faites par la méthode du père Secchi, au moyen d'un disque en tôle verni en blanc et qu'on descend sous l'eau en notant le point où il cesse d'être visible) l'on obtient les moyennes suivantes pour fixer la *limite de visibilité.*

Moyenne d'hiver d'Octobre en Avril 12 mètres 7.
Moyenne d'été de Mai en Septembre 6 mètres 6.

C'est à dire que l'eau est beaucoup plus transparente en hiver qu'en été et que, par conséquent, en hiver la lumière pénètre à peu près deux fois plus profondément qu'en été.

Mr. Forel attribue l'opacité plus grande de l'eau en été à la masse des particules flottantes de limon que les affluents amènent par la fonte des neiges et l'eau des pluies. Il dit page 150: „En nous montrant le peu d'influence de l'intensité de l'éclairage cette méthode (celle du disque) nous a confirmé dans l'idée que le trouble des eaux d'été est dû, non pas à un pouvoir absorbant plus grand que posséderait l'eau elle-même, mais à la masse énorme de corpuscules opaques, en suspension dans l'eau, qui y forment un nuage, un écran non transparent.“

Mr. Forel s'est en outre servi d'expériences photographiques dont il donne les résultats dans le § XXVIII sur la transparence de l'eau du lac.

Il y dit page 202:

Je rappellerai que, pour mesurer la pénétration des rayons solaires dans les couches profondes du lac j'utilise l'action des rayons chimiques qui noircissent un papier photographique préparé au chlorure d'argent. Je dépose de nuit ce papier dans un appareil convenable. Je le fais descendre au fond du lac et l'y laisse exposé pendant une ou plusieurs fois 24 heures, puis je vais le retirer de nuit.“

Résumant dans un tableau le résultat de toutes ses expériences Mr. Forel ajoute:

„Ce tableau montre:

1. Que la limite d'obscurité absolue est en été entre 40 et 50 mètres (expér. III et IV),
2. Qu'elle est en hiver entre 90 et 100 mètres,
3. Que la pénétration des rayons lumineux va en augmentant de Décembre en Mars, résultat dû, comme on vient de le prouver, à la plus grande transparence de l'eau et non pas à l'augmentation de hauteur du soleil.“

Mr. Asper a étudié aussi cette question au moyen des plaques au gélatino-brômure, mais celles-ci sont d'une telle sensibilité que la lumière si faible des étoiles peut y faire, de nuit, une certaine impression quand on place l'appareil.

D'ailleurs il faut les développer, et suivant le liquide révélateur employé on peut croire qu'une impression a eu lieu, alors qu'il ne s'agit que de voiles produits par le liquide appliqué. Nous considérons les expériences faites avec le papier au chlorure d'argent comme beaucoup plus sûres et absolument suffisantes si on laisse le papier séjourner plusieurs jours au fond de l'eau.

La conclusion générale de toutes les expériences est celle-ci:

„On peut dire sans crainte de se tromper qu'à partir de 100 mètres de profondeur il règne au fond de nos lacs une obscurité presque totale."

Les conséquences que cette grande obscurité entraîne pour les animaux vivant dans ce milieu, c'est qu'on y trouve quelques espèces qui sont constamment aveugles et un plus grand nombre encore dont les yeux sont simplement atrophiés ou très petits. Mais ici l'on peut constater dans notre faune lacustre les mêmes faits en apparence contradictoires, qui ont déjà frappé les zoologistes modernes lors des premiers dragages faits dans les abîmes de la mer. Tout de suite, en effet, l'on a ramené des espèces aveugles, mais on a vu immédiatement aussi que ce caractère n'était pas général et que d'un milieu totalement obscur, on retirait simultanément des espèces aveugles et d'autres munies d'yeux parfaitement développés.

Or dans nos lacs on constate sous ce rapport les mêmes faits qui nous frappent dans la mer sur une plus vaste échelle. Ainsi au Léman à 30 mètres de profondeur, dans des régions où certainement la lumière pénètre encore bien qu'affaiblie, on pêche déjà des animaux aveugles.

D'un autre côté, à 300 mètres, dans des fonds où bien certainement la lumière n'arrive jamais on trouve des Crustacés, des Mollusques, des Arachnides et des Vers avec des yeux normalement développés, quoique toujours très petits. La chose se remarque même dans les puits profonds et privés de toute lumière ainsi que l'a bien fait voir Veidowsky. Il n'y a qu'une façon d'expliquer ceci c'est d'admettre une émigration déjà très ancienne et durant continuellement; allant des régions littorale et pélagique à la zône profonde. Alors les espèces émigrées dans les temps les plus rapprochés de nous n'ont pas encore perdu les yeux, grâce à la persévérance de *l'hérédité conservatrice.* Au contraire ces organes ont fini par disparaître chez les plus anciens transfuges et ceux-ci, *encore par hérédité,* fournissent des descendants parfaitement aveugles, même dans des régions où la lumière pénètre encore.

Ce qui prouve que cette interprétation est bien la vraie, c'est que dans une même espèce du fond vous trouvez à côté de sujets parfaitement aveugles, d'autres où les yeux sont atrophiés et d'autres enfin où ils sont parfaitement normaux quoique fort petits. Les uns et les autres descendent de parents du rivage, mais ayant émigré depuis des temps

plus ou moins éloignés. Le fait est frappant parmi les Vers pour la petite Planaire aveugle du fond du lac, qui provient du *Dendrocœlum lacteum* du bord. Il en est de même pour le Prostome aveugle *(Gyrator caecus, Graff)* et le Microstome aveugle. On peut citer des exemples analogues dans la faune des puits et des cavernes. Il est même très probable que certains animaux du fond dont la filiation avec des formes de rivage ne peut être encore prouvée descendent plutôt d'espèces cavernicoles. Tel serait le cas pour l'*Asellus Foreli* et le *Niphargus puteanus variet. Foreli.*

Passons maintenant à un quatrième facteur que Mr. Forel énonce ainsi: „*Agitation nulle.*“ Ailleurs il dit encore:

„L'eau est dans un repos presque absolu“ (voir seconde série, page 131).

Dans son Introduction Mr. Forel développe ainsi sa thèse: „Il règne dans ces profondeurs un calme presqu'absolu. L'action des vagues y est nulle; en effet le mouvement horizontal des plus hautes vagues du lac ne se fait pas sentir au delà de 5—6 mètres et le mouvement vertical est très faible aussi. Les plus fortes vagues du lac ont 1 mètre à 1 m. 50 d'élévation. Il y a donc pour chaque point du fond au moment des vagues un changement de 1 mètre à 1 mètre 50 dans la hauteur de la colonne d'eau qui pèse sur le sol suivant que la crête de la vague ou que sa dépression passe sur ce point.

Mais cette légère différence ne peut occasionner dans les grands fonds aucun mouvement appréciable.

Quant aux courants ou *lardières* du lac ils sont bien connus et bien réels. L'on observe, indépendamment de l'agitation de l'air à diverses profondeurs des courants assez énergiques pour entraîner parfois à de grandes distances les filets des pêcheurs.“

Mr. Forel cite ensuite à l'appui de son dire un courant qui agissait d'une façon très sensible sur le plomb de sa sonde à un niveau de 30 mètres environ. Il a observé devant Morges un courant superficiel marchant à raison de 12 mètres par minute. Toutefois si ces courants vont jusqu'aux grands fonds ce qui est douteux les animaux de la faune profonde ont assez de place, pour les éviter et ne pas rester sur leur trajet. L'eau étant donc parfaitement calme et quelques rares courants ne pouvant dans tous les cas occasionner sur leur trajet qu'un mouvement excessivement faible, les animaux qui habitent le fond et qui proviennent d'espèces de rivage habituées à se fixer pour résister au choc des vagues, n'ont plus besoin de s'attacher au sol avec autant de force et prennent à cet égard d'autres habitudes. Le fait est frappant pour le bryozoaire des grands fonds qui dérive de la *Fredericella sultana* du rivage. Celle-ci a des colonies couchées, collées par un ciment particulier sous les pierres de la rive, dont le polypier suit toutes les concavités. La colonie est toujours cachée sous les pierres pour fuir la lumière et collée aux cailloux pour résister aux vagues. Dans le fond du lac l'animal n'ayant plus à craindre ni vive lumière, ni déplacements par l'eau redresse ses rameaux qui ne rampent plus et la colonie est si peu fixée qu'elle devient ambulante, quoique le ciment fixateur ne manque pas plus qu'au rivage puisque les rameaux agglutinent toutes sortes de grains de sable

et de Diatomées autour d'eux. Jamais l'animal ne profite des scories de coke ou de cailloux du fond pour s'y fixer, ce qu'il ne manquerait pas de faire comme au rivage, s'il y avait au fond de l'eau la moindre agitation. Les mêmes habitudes s'observent pour l'Hydre rose du fond. Ainsi se trouve démontré par les animaux eux-mêmes le calme de cette zône profonde. Passant à la flore lacustre Mr. Forel dit encore simplement: „*Flore nulle*," et il développe cette thèse d'une manière convainquante en disant: „La flore qui a sur la vie des animaux une si grande influence est elle-même, par suite de ces diverses conditions de milieu dans des circonstances tout à fait exceptionnelles. Au delà de 20 mètres de profondeur je n'ai jusqu'à présent plus trouvé de plantes vertes. A 75—80 mètres on trouve bien un nombre considérable de Diatomées fort diverses, mais c'est à ces algues siliceuses seulement que se réduit ce que j'ai pu constater des représentants du régne végétal."

Plus tard Mr. Forel décrit, sous le nom de *feutre organique*, une couche brunâtre de ces mêmes Diatomées et de quelques Palmellacées, qui se forme à la surface du limon venant de cette même profondeur. Il ajoute (Faune profonde, IIe et IIIme série):

„De nouvelles recherches m'ont prouvé que ce feutre organique au lieu de tapisser comme je le croyais toute la surface des grands fonds du lac est localisé sur les bords et ne dépasse pas les couches éclairées. Son développement en effet varie avec la transparence de l'eau. Je l'ai constaté en hiver jusqu'à 80 mètres de fond, tandis qu'en été il est à peine visible dans les eaux louches et peu translucides." Ce feutre est donc, comme le reste de la flore, lié à la lumière et là où celle-ci ne pénètre plus du tout il n'y a plus aucune plante vivante, comme nous le disions dans l'introduction. Il en résulte, pour les animaux du fond, une conséquence inévitable; c'est qu'ils ne peuvent vivre qu'en s'entredévorant les uns les autres. Mr. Forel, passant à l'alimentation comme dernière condition de milieu dit encore simplement: „*Alimentation moyennement abondante.*" Nous croyons plus exact encore de dire „*Alimentation purement animale.*"

A ce sujet nous n'avons qu'une observation générale à faire, c'est que les parois des cavités digestives chez beaucoup d'animaux du fond sont souvent teintes en rose ou même en rouge de sang et quelquefois en orangé assez vif. C'est le cas pour les éponges, les Hydres, tous les Turbellariés et certains Mollusques et Arachnides du fond. Or cette nuance provient certainement de ce que tous ces animaux vivent en grande partie de petits Entomostracés du fond, qui y existent comme la drague nous le démontre en quantité prodigieuse, au moins comme nombre d'individus sinon comme nombre d'espèces. Or tous ces Crustacés, Copépodes, Ostracodes, Cladocères etc. portent des pigments, rouges, roses ou orangés qui remplacent le tissu adipeux d'autres animaux et sont formés de gouttelettes d'huile colorée. Ce sont tout justement ces gouttelettes qui, absorbées par les cellules épithéliales colorent ainsi la paroi intestinale des animaux qui avalent ces Crustacés. Et en effet leur estomac est toujours plein de carapaces plus ou moins vidées.

Il ne nous reste plus pour épuiser la liste des conditions générales de la vie pour les animaux du fond qu'à traiter *la nature de ce fond lui-même.* Cette nature en effet

ne saurait jamais être indifférente, puisque ce fond constitue la demeure, l'unique domicile de tous les hôtes de la faune profonde. Nous avons aussi touché un mot de ce sujet dans l'introduction. Nous y avons dit combien les matériaux de la rive étaient grossiers en comparaison de ceux du fond. Reprenons ce sujet plus en détail, appuyé que nous sommes sur les documents fournis par Mr. Forel. Voici comme il s'exprime:

„Dans le fond de tous nos lacs, à un kilomètre du rivage en moyenne, on ne trouve plus en général comme revêtement du sol que du limon très fin, recouvert par places d'un sédiment floconneux très léger formé entièrement par des morceaux de carapaces des crustacés pélagiques dont les cadavres tombent continuellement au fond de l'eau. De ces cadavres les parties molles disparaissent et il ne reste plus que le squelette chitineux parfaitement incorruptible." Or parlant de ce limon à propos du Léman, Mr. Forel nous dit dans son introduction (Bulletin 62, page 220):

„Ce limon est, à partir de 20—25 mètres de fond une argile excessivement fine dont les molécules n'ont guères plus d'un millième de millimètre de diamètre. C'est la très fine poussière que les vagues et courants peuvent porter longtemps en suspension dans l'eau. Cette argile est très plastique; elle se laisse bien modeler et bien cuire; elle a donné à la cuisson des vases très légers, très poreux et très sonores. Les seuls corps étrangers qu'elle renferme, sont quelques débris de feuilles mortes des fibres de bois pourri et surtout, en très grand nombre, des débris de coke provenant des scories des fournaises de bateaux à vapeur."

„Partout et toujours, ajoute plus loin Mr. Forel, j'ai trouvé dans ce limon des animaux vivants en plus ou moins grand nombre. En moyenne dans 2 décimètres cubes de limon je puis dire que j'ai toujours rencontré de 50—100 individus différents."

Parlant dans sa seconde série, page 116, des cailloux du limon Mr. Forel dit encore:

„Dans notre lac les pierres et cailloux n'existent que sur la rive et, à une faible distance des côtes, en plein lac on n'en trouve plus. Et cependant, si l'on remonte à l'histoire géologique de notre vallée le plancher du lac a été entièrement couvert par le glacier du Rhône; dans sa retraite, il a dû laisser tomber sur le fond toutes les pierres et cailloux qu'il portait à sa surface. Le fond du lac présente certainement le même mélange de moraines et de boues glaciaires que nous connaissons sur nos coteaux du pied du Jura. Or ce terrain ne se trouve plus dans le grand lac que sur la rive et seulement là où elle est rongée par les érosions et là où l'alluvion des rivières n'a pas recouvert ces moraines. A un kilomètre du rivage on ne trouve plus de pierres. Jamais ma drague ne m'a rapporté un gravier ou un grain de sable. Tous ces débris que le glacier du Rhône des temps antiques a laissé au fond de notre vallée, tout ce terrain erratique est donc recouvert par une couche uniforme de limon. Quelle en est l'épaisseur? Nous l'ignorons, mais elle doit être assez puissante car elle a dans son dépôt régulier comblé toutes les inégalités du fond et nivelé une plaine plate et sans accidents. Cette couche vient des alluvions du Rhône mêlées aux débris des faunes pélagique et profonde. Mais

quand on se rapproche du rivage la nature du sol change; il devient caillouteux et l'on peut conclure de nos dragages les faits suivants:

1. A plus d'un kilomètre du rivage les cailloux sont si rares qu'on les peut dire absents.

2. A moins d'un kilomètre ils commencent à devenir assez fréquents sans être très nombreux.

3. Ils sont assez lourds pour que ni les vagues ni les courants ne puissent suffire à expliquer leur transport.

4. Leur présence sur les rives résulte du transport par les affluents, les racines d'arbres et surtout les glaçons et glaces de rivière, ce qui explique parfaitement pourquoi ils sont bornés à la zône littorale, où ils sont roulés par l'action des vagues."

Ces conditions générales du fond tel que Mr. Forel le décrit au Léman d'après ses dragages, sont à peu près les mêmes partout ailleurs. Ainsi Mr. Asper, parlant en général du sol des lacs Suisses, nous dit:

„Il serait superflu de répéter une description du limon pour chaque lac Suisse, car elle nous est fournie en détail pour le lac de Genève par Mr. Forel (Matériaux, page 154 et suiv.) et presque tous nos lacs montrent à peu près les mêmes faits. A un kilomètre des rives on ne trouve plus que du limon fin et tenace. Dans les différents lacs ce limon varie naturellement comme composition chimique et comme consistance, suivant les roches pulvérisées qui le constituent. (Ainsi p. ex. au Léman il est gris et argileux, au lac de Neufchâtel il est jaune et calcaire.)

Au lac de Zoug il est fortement mêlé de sable grossier et de détritus végétaux. Ceux-ci abondent au lac de Klön et aux lacs de la Vallée de Joux, où d'après nos propres observations le fond est recouvert de débris de Charas, calcifiés. Il en est de même devant Beggenried au lac de Lucerne. Au lac de Lugano, devant Monte Caprino, le limon se compose de particules de mica nettement feuilletées et contenant peu d'organismes. De même au lac de Wallenstadt. Mais ces dépôts sont exceptionnels. En thèse générale le domicile des animaux des grands fonds est toujours un limon fin et tenace, recouvert plus ou moins de détritus moléculaire.

Si, maintenant, nous jetons un regard en arrière sur toutes les conditions d'existence que nous venons de passer en revue telles que *pression*, *température*, *lumière*, *circulation*, *flore* et *nature du fond*, nous trouvons comme résultat final qu'il y a là dans tous nos lacs une grande uniformité dans les conditions matérielles de l'existence, pour les animaux de ces régions profondes. Faut-il s'étonner alors qu'à l'uniformité des conditions, corresponde l'uniformité de la faune? Les influences étant partout les mêmes, agissent partout et toujours de même sur les animaux qui les subissent de temps immémorial et si elles agissent de même partout le résultat sera qu'on trouvera partout les mêmes animaux et semblablement modifiés. Et c'est ce qui arrive en effet. Le tableau de la faune

profonde prise dans son ensemble est le même pour tous nos lacs. On pouvait s'y attendre et c'est si cette uniformité manquait qu'il faudrait plutôt s'en étonner, tandis que comme cela l'effet cadre avec la cause.

Huitième partie.

Conclusion. Origines de la faune profonde.

Si l'on a seulement parcouru avec quelqu'attention les six premières parties de ce travail où nous avons passé en revue un à un chaque animal de la faune profonde, l'origine de cette dernière ne pourra faire pour le lecteur l'objet d'aucun doute. Nous avons mentionné en tout dans ces chapitres quatre-vingt espèces d'animaux de tous les groupes (12 Protozoaires, 5 Zoophytes et Molluscoïdes, 12 Mollusques, 25 Vers, 23 Articulés et 3 Vertébrés). Sur ce nombre total nous ne trouvons que quatre Vers et un Crustacé qui ne soient pas d'origine littorale. Partout, en effet, presque pour chaque espèce en particulier nous avons, en discutant son *origine et sa provenance*, cité la faune littorale comme point de départ. Presque tous nos animaux du fond sont des formes dont les ascendants directs habitent encore actuellement l'eau des rivages. Presque chaque espèce profonde a encore au rivage des parents de la même espèce et, quand il n'en est pas ainsi, au moins les mêmes espèces ont-elles été retrouvées dans les mares du littoral ou dans les eaux circonvoisines. Aussi, pour nous, l'origine de la faune profonde actuelle, est-elle fort simple. *Les animaux des régions profondes proviennent par émigration directe de ceux qui peuplent les bords; et ceux-ci arrivent eux-mêmes dans les lacs par les eaux courantes sous forme d'affluents de tout genre, ou par les eaux stagnantes des marais et étangs communiquant avec les lacs au moyens des hautes eaux.* En résumé notre faune lacustre *littorale* n'est qu'un simple *cas particulier de la faune des eaux courantes et stagnantes des pays circonvoisins* et par suite la faune profonde n'est qu'un rameau spécial de la faune *du rivage*, comme une partie de la faune *pélagique*, qui s'en détache pareillement.

Quelques animaux de notre faune profonde échappent encore, il est vrai, à cette interprétation. Ainsi l'*Asellus Foreli*, le *Niphargus puteanus*, *variet. Foreli* n'ont jamais été trouvés dans les eaux courantes ou stagnantes des pays avoisinant les lacs où on les trouve présentement. Il en est de même pour le *Plagiostoma Lemani*, le *Monotus Morgiense*, le *Tubifex velutinus* et l'*Acanthopus resistans*. Mais déjà pour les deux premières espèces susdites, il paraît prouvé maintenant qu'elles proviennent des eaux souterraines littorales. Cela est déjà admis pour le *Niphargus puteanus*, variet. Foreli qui a été trouvé dans des puits aux environs des lacs de Genève et de Neufchâtel. Il est

très simple d'admettre que pour des animaux aussi mobiles ils auront passé de ces puits au lac. Il en sera très probablement aussi de même pour l'*Asellus Foreli*, qui se rapporterait alors comme filiation à l'*Asellus cavaticus* des eaux souterraines. Voici donc encore deux formes qui se rattacheraient, indirectement, il est vrai, à la *faune littorale*, et de là à la *faune profonde*. Il en serait autrement pour trois autres espèces qui, chose plus importante, rappellent par leur structure des *formes marines*. Le *Plagiostoma Lemani* est d'un genre qui ne comptait jusqu'à présent que des espèces marines. Le *Monotus Morgiense* rappelle par son *otocyste* plusieurs genres purement marins*) et l'*Acanthopus resistans* appartient aux *Cytherides*, famille purement maritime aussi. Ici nous ne pouvons évidemment invoquer l'*origine littorale*, puisqu'aucune de ces trois espèces n'a encore été retrouvée ni dans les eaux courantes ou stagnantes du canton ni même dans celles de la Suisse. Puisqu'il s'agit en outre de formes dont la structure ne se retrouve telle qu'elle que dans des espèces marines, il ne reste plus pour expliquer leur présence dans nos lacs que quelques suppositions dont aucune n'est encore bien prouvée. D'abord il se peut faire qu'on retrouve encore plus tard l'une ou l'autre de ces espèces dans la faune des eaux souterraines littorales, venant de quelques puits ou de quelques cavernes. Dans ce cas l'origine rentrerait dans la faune littorale. Ou bien les œufs d'hiver (très résistants comme l'on sait) de ces Turbellariés et Crustacés auront été apportés dans les lacs Suisses par l'un ou l'autre des ces nombreux Palmipèdes ou échassiers qui passent régulièrement à la mer une partie de la belle saison et reviennent en hiver chez nous. Il y aurait là importation passive et ces œufs auraient donné des larves ayant pu malgré leur origine maritime s'acclimater chez nous. Ou bien en dernière analyse l'on pourrait songer à appliquer à nos espèces l'hypothèse de Pavesi, appliquée par lui aux formes marines qu'il a trouvées dans les lacs de la haute Italie. On sait qu'il s'y rencontre jusqu'au pied des Alpes certaines espèces d'un *faciès* absolument maritime telles que surtout le Palémon d'eau douce *(Palae monètes varians)*, le Sphérôme d'eau douce (*Sphaeroma fossarum)* et d'autres encore. Or Pavesi considère ces individus comme les derniers survivants d'une ancienne faune maritime qui aurait peuplé ces lacs, alors que la mer venait jusqu'au pied des Alpes et que ces lacs actuels formaient autant de golfes marins. La mer s'étant retirée depuis longtemps, ces bassins isolés se sont remplis d'eau douce, par les affluents des montagnes et sont devenus les lacs de la haute Italie. La plupart des formes marines qui les habitaient n'ont pu supporter un tel changement. D'autres en petit nombre, ont pu résister, et se rencontrent çà et là comme autant de *reliques* d'un passé lointain. Voilà pourquoi Mr. Pavesi appelle cette faune-là du nom de *Fauna relicta* et pourquoi Mr. Sars a baptisé du nom de *Mysis relicta***) un crus-

*) Entre autres le genre *Monotus*.

**) Mr. Zacharias vient de découvrir en Silésie un Monotus d'eau douce qu'il nomme précisément *Monotus relictus*.

tacé des lacs de Norvége appartenant à un genre purement marin. Eh bien, d'après cette hypothèse, qui semble en effet très plausible pour les lacs de Suède et d'Italie, nos trois formes marines de la faune profonde dériveraient non pas de la faune littorale, mais de la *fauna relicta*. Cette supposition est-elle admissible pour nos lacs de la Suisse? La question n'étant pas de notre compétence, nous laissons le soin de la résoudre à des plumes plus autorisées que la nôtre. Bornons-nous, en terminant, à constater que, si, *sur quatre-vingts espèces* trois seulement ne se rattachent pas à la faune littorale, cela constitue une exception de faible importance et qui ne saurait infirmer notre conclusion savoir que: *Notre faune profonde dans son ensemble dérive de la faune littorale actuelle et que celle-ci vient elle-même de la faune aquatique des pays circonvoisins.*

Mr. Forel de son côté arrive à cet égard au même résultat que nous, puisqu'il dit dans ses conclusions sur l'origine des faunes lacustres en général (voir: Faune profonde, 4me série, page 500).

1. Les faunes lacustres de nos contrées subalpines descendent d'animaux immigrés depuis l'époque glaciaire.

2. Par le fait qu'ils sont immigrés d'autres contrées, ils ont tous dû s'adapter aux conditions spéciales de chaque lac.

3. L'immigration s'est faite pour chacune des trois faunes d'une façon particulière, savoir:

a) *Faune littorale:* par migration passive d'animaux déjà adaptés à la vie lacustre d'autres lacs, et par migration active d'animaux ayant remonté les rivières et ayant dû par conséquent s'adapter sur place, à la vie lacustre.

b) *Faune pélagique:* par migration passive d'animaux déjà adaptés dans d'autres lacs à la vie lacustre.

c) *Faune profonde:* par migration active ou passive d'animaux provenant des faunes littorale et pélagique du lac lui-même et ayant subi sur place l'adaptation au milieu de la faune profonde.

On le voit, la dernière de ces conclusions revient tout à fait à la nôtre et nous ne pouvions mieux terminer qu'en nous rencontrant avec Mr. Forel dans les dernières lignes d'un travail qui, sans ses recherches persévérantes, n'aurait sans doute pas eu l'honneur de vous être présenté.

Errata.

Page	20	ligne	8	depuis	en	haut	au lieu de	Brugnière	lisez	*Bruguière.*
„	23	„	9	„	„	bas	„ „	Platyhelmintes	„	*Platyhelminthes.*
„	24	„	10	„	„	bas	„ „	Typlomicrostomum	„	*Typhlomicrostomum.*
„	30	„	3	„	„	haut	„ „	face centrale	„	*face ventrale.*
„	32	„	6	„	„	bas	„ „	G. de Plessis	„	*G. du Plessis.*
„	38	„	1	„	„	haut	„ „	Acoelomes	„	*Coelomes.*
„	40	„	1	„	„	bas	„ „	macus	„	*mucus.*
„	48	„	7	„	„	bas	„ „	masse	„	*mousse.*

Neue Denkschriften

der

allgemeinen schweizerischen Gesellschaft

für die

gesammten Naturwissenschaften.

NOUVEAUX MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE

DES

SCIENCES NATURELLES.

Band XXIX, Abth. 1,
mit IX Tafeln.

Vol. XXIX, 1e livraison,
avec IX planches.

Auf Kosten der Gesellschaft
gedruckt von Zürcher & Furrer in Zürich.

Commissions-Verlag
von H. Georg in Basel, Genève und Lyon
1884.

Separat-Abdrücke

aus den

Denkschriften der allgemeinen schweizerischen naturforschenden Gesellschaft.

H. Georg's Buchhandlung in Basel, Genf und Lyon.

Tirages à part

des

Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles.

Librairie de H. Georg à Bâle, Genève et Lyon.

		Fr. Ct.
1.	**Agassiz, Ls.**, Description des Echinodermes fossiles de la Suisse, 1839—40, 2 vols. de 101 et 107 pag. av. 37 pl.	20. —
2.	— Iconographie des coquilles tertiaires réputées identiques avec les espèces vivantes ou dans différens terrains de l'époque tertiaire, accompagnée de la description des espèces nouvelles, 1845, 66 pag., av. 15 pl.	8. —
3.	**Amsler, Jacob**, Ueber die Gesetze der Wärmeleitung im Innern fester Körper unter Berücksichtigung der durch ungleichförmige Erwärmung erzeugten Spannung, 1852, 24 Seiten	1. 50
4.	— Zur Theorie der Vertheilung des Magnetismus im weichen Eisen, 1849, 26 Seiten	1. —
5.	**Bernoulli, Dr. Gust.**, Uebersicht der bis jetzt bekannten Arten von Theobroma, 1871, 15 Seiten mit 7 Tafeln	2. 50
6.	**Blanchet**, Mémoire sur quelques insectes qui nuisent à la vigne dans le canton de Vaud, 1841, 44 pag. av. 1 pl	2. —
7.	**Braun, Alexander**, Uebersicht der Schweizerischen Characeen. Ein Beitrag zur Flora der Schweiz, 1849, 23 Seiten	1. 50
8.	**Bremi, J. J.**, Beiträge zu einer Monographie der Gallmücken, Cecidomya Meigen, 1848, 71 Seiten mit 2 Tafeln	2. —
9.	**Bruch, Dr. Carl** (Prof. der Anatomie), Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Knochensystems, 1852, 174 Seiten mit 4 Tafeln	4. —
10.	**Brunner**, Vater, **C.**, Beitrag zur Elementaranalyse der organischen Substanzen, 1852, 11 Seiten mit einer Karte	1. —
11.	— Ueber natürliches und künstliches Ultramarin, 1845, 27 Seiten	—. 50
12.	**Brunner, Dr. med.**, Einiges über den Steinlöcherpilz (Polyporus Tuberaster Jacq. et Fries) und die Pietra Fungaja der Italiener, 1845, 19 Seiten mit 2 Tafeln	1. 50
13.	**Brunner-v. Wattenwyl, C.**, Aperçu géologique des environs du lac de Lugano accompagné d'une carte et de plusieurs coupes, 1852, 18 pag.	2. —
14.	— Geognost. Beschreibung der Gebirgsmasse des Stockhorns, mit einer Karte, Ansicht und sieben Profilen, 1857, 55 Seiten	4. —
15.	— Untersuchungen über die Cohäsion der Flüssigkeiten, 1849, 44 Seiten mit 2 Taf.	1. 50
16.	**Candolle, Alph. de**, Planches relatives au genre Gaertnera Lam., par M. Bojer, prof. à Port-Louis, île Maurice, 1849, 1 pag. av. 2 pl.	1. 50
16bis	**Candolle, Aug. Pyr.** et **Alph. de**, Monstruosités végétales, I. fasc., 1841, 23 pag. av. 7 pl.	3. —
17.	**Capellini, J.** et **O. Heer**, Les Phyllites crétacées du Nebraska, 1867, 22 pag. av. 4 pl.	2. —
18.	**Charpentier, J. de**, Catalogue des mollusques terrestres et fluviatiles de la Suisse, 1837, 28 pag. av. 2 pl.	3. —
19.	**Christ, Dr. H.**, Ueber die Verbreitung der Pflanzen der alpinen Region der europäischen Alpenkette, 1867, 84 Seiten mit 1 Karte	4. —
20.	**Cramer, Dr. C.** (Professor der Botanik), Physiologisch-systematische Untersuchungen über die Ceramiaceen, Heft I, 1863, IV und 130 Seiten mit 13 Tafeln	5. —
21.	— Ueber die geschlechtslose Vermehrung des Farn-Prothallium, 1881, 16 Seit., 3 Tfl.	3. —
22.	**De la Harpe, Dr. J. C.**, Faune Suisse, Lépidoptères VI. Part., Tortricides, 1858, 131 pag.	4. —
23.	— Idem, part. V., Pyrales, 1855, 75 pag.	3. —
24.	— Idem, part. IV., Phalénides, (Geometra Lin.), I—III Suppl., 1853—63, 3 part. de 160, 36, et 81 pag. av. 2 pl.	10. —
25.	**Denzler, H. H.** (Ingénieur), Die untere Schneegrenze während des Jahres vom Bodensee bis zur Säntisspitze, 1855, 59 Seiten	1. 50
26.	**Deschwanden, J. W. v.**, Ueber Locomotiven für geneigte Bahnen, 1848, 48 Seiten mit 1 Tafel	1. —
27.	**Dietrich, Kaspar**, Beitrag zur Kenntniss der Insecten-Fauna des Kantons Zürich, Käfer, 1865, 240 Seiten	6. —
28.	**Escher v. d. Linth, Arnold**, Erläuterung der Ansichten einiger Contact-Verhältnisse zwischen krystallinischen Feldspathgesteinen und Kalk im Berner Oberlande, 1839, 13 Seiten mit 1 Tafel	2. 50
29.	— Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden, 1853, 135 Seiten mit 10 Tafeln	5. —
30.	**Escher, A.**, und **B. Studer**, Geologische Beschreibung von Mittelbündten, 1839, 218 Seiten mit 3 Karten und 2 Tafeln	10. —
31.	**Favre, Ernest**, Recherches géologiques dans la partie centrale de la chaîne du Caucase, 1876, XII et 117 pag. av. 1 pl. et une carte géolog.	12. —
32.	**Fick, Adolf**, Untersuchungen über Muskelarbeit, 1867, 68 Seiten mit 2 Tafeln	2. 50
33.	**Forel, A.**, Les Fourmis de la Suisse, 1876, 452 pag., 2 pl.	15. —
34.	**Frick, H. R.**, Ueber Schlesische Grünsteine, 1852, 25 Seiten mit 1 Karte und 1 Tafel	1. 50
35.	**Gaudin, Charles Theoph.**, et le marquis **Carlo Strozzi**, Contributions à la flore fossile italienne. Mémoire sur quelques gisements des feuilles fossiles de la Toscane, 1858—63, 5 part. de 47, 78, 30, 12 et 31 pag. av. 41 pl. et 2 cartes	20. —

36. **Gerlach, H.**, Die Penninischen Alpen, Beiträge zur Geologie der Schweiz, 1868/69, 132 Seiten mit 2 geol. Karten und 2 Profilen — Fr. Ct. 8. —

37. **Girard, Charles**, Révision du genre Cottus des auteurs, 1852, 28 pag. — 1. —

38. **Graeffe, Ed.**, Beobachtungen über Radiaten und Würmer in Nizza, 1860, 59 S. mit 10 Taf. — 5. —

39. **Greppin, le Dr. J. B.**, Membre de la Société jurassienne d'Emult. etc. Notes géologiques sur les terrains modernes, quaternaires et tertiaires du Jura Bernois et en particulier du Val de Delémont, 1855/57, 2 part. de 71 et 14 pag. av. 5 pl. — 5. —

40. **Gressly, A.**, Observations géologiques sur le Jura Soleurois, 1838—41, 349 pag. av. 13 pl. — 20. —

41. **Hartung, Georg**, Die geologischen Verhältnisse der Inseln Lanzarote und Fuertaventura, 1857, 163 Seiten mit 1 geologischen Karte und 11 Tafeln — 8. —

42. **Heer, Dr. Oswald**, Beiträge zur Kreide-Flora, I. Flora von Moletein, in Mähren, II. Zur Kreide-Flora von Quedlinburg, 1868—71, 2 Theile, 24 und 15 Seiten mit 14 Taf. — 10. —

43. — Die Käfer der Schweiz mit besonderer Berücksichtigung ihrer geographischen Verbreitung, 1838—41, I. 1.2.3., 96, 67 und 79 Seiten — 5. —

44. — Die Insectenfauna der Tertiärgebilde von Oeningen und von Radoloj in Croatien, 1847—53, 3 Bde. von 229, 264 und 138 Seiten mit 40 Tafeln — 15. —

45. — Fossile Hymenopteren aus Oeningen und Radoboj, 1867, 42 Seiten mit 3 Tafeln — 2. —

46. — Ueber die fossilen Pflanzen von St. Jorge in Madeira, 1857, 40 Seiten mit 3 Taf. — 3. —

47. — Ueber einige fossile Pflanzen von Vancouver und British-Columbien, 1865, 10 Seiten mit 2 Tafeln — 2. —

48. — Ueber fossile Früchte der Oase Chargeh, 1876/77, 11 Seiten mit 1 Tafel — 1. 50

49. — Beiträge zur fossilen Flora von Sumatra, 1881, 22 Seiten und 3 Tafeln — 6. —

50. **Henry**, Colonel, le Commandant **Deleroy** et le professeur **Trechsel**, Observations astronomiques pour déterminer la latitude de Berne faites en 1812, 58 pag. — 1. —

51. **Heusser, Dr. J. Ch.**, und **G. Claraz**, Beiträge zur geognostischen und physikalischen Kenntniss der Provinz Buenos Aires, 1865, 2 Thle., 22 und 139 Seiten mit 2 Tafeln — 5. —

52. **Hofmeister, R. H.**, Untersuchungen über die Witterungsverhältnisse von Lenzburg, Kt. Aargau, October 1839 bis December 1845, 78 Seiten mit einer Tafel — 1. 50

53. **Kaufmann, F. J., Prof.**, Untersuchungen über die mittel- und ostschweizerische subalpine Molasse, 1860, 135 Seiten mit 1 Karte und 17 Profilen — 8. —

54. **Koch, Heinrich**, Einige Worte zur Entwicklungsgeschichte von Eunice, mit einem Nachworte von **A. Kölliker**, 1847, 31 S. mit 3 Taf. — 2. —

55. **Kölliker, A.**, Die Bildung der Samenfäden in Bläschen als allgemeines Entwicklungsgesetz, 1847, 82 Seiten mit 3 Tafeln — 2. 50

56. **Kollmann, J.**, Statistische Erhebungen über die Farbe der Augen, der Haare und der Haut in den Schulen der Schweiz, 1881, 42 Seiten mit 2 Karten — 4. —

57. **Lang, Prof. Fr.**, und **L. Rütimeyer**, Die fossilen Schildkröten von Solothurn, 1867, 47 Seiten mit 4 Tafeln — 4. —

58. **Lebert, Prof. Dr. H.**, Ueber die Pilzkrankheit der Fliegen nebst Bemerkungen über andere pflanzlich-parasitische Krankheiten der Insecten, 1857, 48 Seiten mit 3 Tafeln — Fr 3.

59. — Die Spinnen der Schweiz, 1877, 321 Seiten, 5 Tafeln — 8.

60. **Loriol, P. de**, et **V. Gillieron**, Monographie paléontologique et stratigraphique de l'étage Urgonien inférieur du Landeron (Canton de Neuchâtel), 1868/69, 122 pag. av. 8 pl. — 10. -

61. **Lusser, Dr.**, Nachträgliche Bemerkungen zu der geognostischen Forschung und Darstellung des Alpendurchschnitts von St. Gotthard bis Arth am Zugersee, 1842, 14 Seiten mit 3 grossen Tafeln — 2. 50

62. **Merian, P., F. Trechsel** und **Dan. Meyer**, Mittel und Hauptresultate aus den meteorologischen Beobachtungen in Basel, 1826—36, in Bern 1826—36, in St. Gallen 1827—32, 1838, 64 Seiten — 2. —

63. **Meyer-Dür**, Ein Blick über die schweizerische Orthopteren-Fauna, 1860, 32 Seiten — 1. 50

64. — Verzeichniss der Schmetterlinge d. Schweiz, I. Abtheilung Tagfalter, mit Berücksichtigung ihrer klimatischen Abweichungen nach horizontaler und vertikaler Verbreitung, 1852, 239 Seiten mit 1 Tafel — 6. —

65. **Moesch, Casimir**, Das Flözgebirge im Kanton Aargau, I. Thl., 1857, 79 Seiten mit 3 Tafeln — 3. —

66. **Moritzi, Alexander**, Die Pflanzen Graubündens. Ein Verzeichniss der bisher in Graubünden gefundenen Pflanzen, mit besonderer Berücksichtigung ihres Vorkommens (die Gefässpflanzen), 1839, 158 Seiten mit 6 Taf. — 4. 50

67. **Mousson, Albert**, Bemerkungen über die natürlichen Verhältnisse der Thermen von Aix in Savoyen, 1847, 47 Seiten mit 2 Tafeln und 1 Karte — 2. —

68. — Revision de la faune malacologique des Canaries, 1873, IV et 176 pag. av. 6 pl. — 8. —

69. — Ueber die Veränderungen des galvanischen Leitungswiderstandes der Metalldräthe, 1855, 90 Seiten mit 1 Tafel — 3 —

70. — Ueber die Whewell'schen oder Quetelet'schen Streifen, 1853, 45 Seiten mit 1 Tafel — 1. 50

71. **Muller, Jean**, Monographie de la famille des Résédacées, 1858, 239 pag. av. 10 pl. — 15. —

72. **Nägeli, Dr. Carl**, Die Cirsien der Schweiz, 1841, VIII und 168 Seiten mit 7 Tafeln — 6 —

73. — Die neuern Algensysteme und Versuch zur Begründung eines eigenen Systems der Algen und Florideen, 1848, 275 Seiten mit 10 Tafeln — 8. —

74. — Gattungen einzelliger Algen, physiologisch und systematisch bearbeitet, 1849, VIII und 139 Seiten mit 8 Tafeln — 5. —

75. **Neuwyler, M.**, Die Generationsorgane von Unio und Anodonta. Zootomischer Beitrag, 1842, 32 Seiten mit 3 Tafeln — 1. 50

76. **Nicolet, H.**, Recherches pour servir à l'histoire des Podurelles, 1842, 93 pag. av. 9 pl. — 5. —

77. **Ooster, W. A.**, Catalogue des Céphalopodes fossiles des Alpes Suisses, avec la description et les figures des espèces remarquables, 1860—61, 3 vols. de VIII et 32, 160, XXX et 100 pag. av. 61 pl. — 30. —

78. **Otth, A.**, Beschreibung einer neuen europäischen Froschgattung, Discoglossus, 1837, 8 Seiten mit 1 Tafel — 1. —

Fr. Ct.

7. **Stalozzi, H.** (Ingenieur-Oberst), Ueber die Höhenänderungen des Zürchersee's, 1855, 26 Seiten und 10 Tafeln 2. 50

Steffer, Dr. W., Bryogeographische Studien aus den rhätischen Alpen, 1871, 142 Seiten 2. —

Prym, Dr. Friedr. (Prof. der Mathematik), Zur Theorie der Functionen in einer zweiblättrigen Fläche, 1867, 47 Seiten 2. —

Quiquerez, A. (Ingénieur), Rapport sur la question d'épuisement des mines de fer du Jura Bernois à la fin de l'année 1863 comparativement aux prévisions de la commission spéciale des mines en 1854 soit après une période de dix ans, 1865, 52 pag. av. 3 cartes 2. —

8. — Recueil d'observations sur le terrain siderolitique dans le Jura Bernois et particulièrement dans les vallées de Delémont et de Moutier, 1852, 61 pag. av. 7 pl. 5. —

84. **Raabe, Dr. J. L.**, Ueber die Faktorielle $\binom{m}{k} = \frac{m\,(m-1)\,(m-2)\,\ldots\,(m-k+1)}{1\,.\,2\,.\,3\,\ldots\,k}$ mit der komplexen Basis m, 1847, 19 Seiten 1. —

85. **Renevier, E.**, Mémoire géologique sur la perte du Rhône et ses environs, 1855, 71 pag. et 4 pl. 5. —

86. **Rütimeyer, Dr. L.**, Die Fauna der Pfahlbauten der Schweiz, 248 Seiten mit 6 Tafeln 10. —

87. — Die fossilen Schildkröten von Solothurn und der übrigen Juraformation, mit Beiträgen zur Kenntniss von Bau und Geschichte der Schildkröten im Allgemeinen, 1873, V und 185 Seiten mit 17 Tafeln 12. —

88. — Eocaene Säugethiere aus dem Gebiet des Schweizer Jura, 1862, 98 Seiten mit 5 Taf. 6. —

89. — Ueber Anthracotherium magnum und hippoideum, 1857, 32 Seiten mit 2 Tafeln 3. —

90. — Ueber das schweizerische Nummulitenterrain mit besonderer Berücksichtigung des Gebirges zwischen dem Thunersee und der Emme, Bern, 1850, 120 Seiten mit 1 Karte und 4 Tafeln 7. 50

91. — Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes in seinen Beziehungen zu den Wiederkäuern im Allgemeinen, 1867, 2 Bände, 102 und 175 Seiten mit 6 Tafeln 14. —

92. **Sacc, F. prof.**, Analyse des Graines de Pavot Blanc. Variété à yeux ouverts, 1850, 37 pag. 1. —

93. — Expériences sur les parties constituantes de la nourriture qui se fixent dans le corps des animaux, 1855, 9 pag. —. 50

94. — Expériences sur les propriétés physiques et chimiques de l'huile de lin, 1845, 22 pag. —. 50

95. — Fonctions de l'acide pectique dans le développement des végétaux, 1850, 15 pag. 1. —

96. — Mémoire sur les phénomènes chimiques que présentent les poules nourries avec de l'orge, 1849, 55 pag. 1. 50

97. **Schinz, H. R.**, Bemerkungen über die Arten der wilden Ziegen, besonders mit Beziehung auf den Steinbock der Alpen und den Steinbock der Pyrenäen, 1838, 25 Seiten mit 4 Tafeln 2. 50

98. — Verzeichniss der in der Schweiz vorkommenden Wirbelthiere. 1837. 165 S. m. 1 Tfl. 2. —

99. **Schläfli, Dr. Alexander**, Versuch einer Climatologie des Thales von Janina (Epirus), 1862, 55 Seiten 1. 50

100. **Schläfli, Dr. Alexander**, Zur physikalischen Geographie von Unter-Mesopotamien, 1863, 123 Seiten 2. —

101. **Schneider, Gust.**, Dysopes Cestonii in Basel, eine für die Schweiz neue Fledermaus. Beitrag zur Kenntniss dieser Art, 1871, 9 Seiten mit 1 Tafel 1. —

102. **Schweizer, Dr. E.**, Ueber Doppelsalze der chromsauren Kalis mit der chromsauren Talkerde und dem chromsauren Kalke und über das Verhalten der arsenigen Säure und des Stickoxyds zu dem chromsauren Kali, 1848, 16 Seiten —. 50

103. **Staehelin, Chr.**, Die Lehre der Messung von Kräften mittelst der Bifilarsuspension, 1853, 204 Seiten mit 9 Tafeln 4. 50

104. — Untersuchung der Badequellen von Meltingen, Eptingen und Bubendorf im Sommer 1826, 1838, 13 Seiten —. 50

105. **Stierlin, Dr. G.**, und **V. v. Gautard**, Fauna coleopterorum helvetica, die Käferfauna der Schweiz, 1868—71, 372 Seiten 10. —

106. **Stöhr, Emil**, Die Kupfererze an der Mürtschenalp und der auf ihnen geführte Bergbau, 1865, 36 Seiten mit 3 Tafeln, 3 Karten und 1 Profil 2. —

107. **Theobald, Prof. G.**, Unterengadin, Geognost. Skizze, 1860, 76 Seiten mit 1 geolog. Karte 5. —

108. **Thurmann, J.**, Lethea Bruntrutana ou études paléontologiques et stratigraphiques sur le Jura Bernois et en particulier les environs de Porrentruy. Oeuvre posthume terminée et publiée par A. Etallon, 1861—63, 500 pag. av. 62 pl. et 3 plans. 30. —

109. **Tschudi, J. J.**, Monographie der Schweizer. Echsen, 1837, 42 Seiten mit 2 Tafeln 1. —

110. **Valentin, G.**, Beiträge zur Anatomie des Zitteraales (Gymnotus electricus), 1842, 74 Seiten mit 5 Tafeln 3. 50

111. **Venetz**, Père (Ingénieur), Ouvrage posthume, Mémoire sur l'extension des anciens glaciers renfermant quelques explications sur leurs effets remarquables, 1861, 33 pag. 3. —

112. **Vogt, Dr. C.**, Anatomie der Lingula anatina 1845, 18 Seiten mit 2 Tafeln 1. 50

113. — Beiträge der schweizerischen Crustaceen, 1845, 19 Seiten mit 2 Tafeln 1. 50

114. — Beiträge zur Nevrologie der Reptilien, 1840, 59 Seiten mit 4 Tafeln 3. —

115. **Volger, Dr. G. H. Otto**, Epidot und Granat, Beobachtungen über das gegenseitige Verhältniss dieser Krystalle und über Felsarten, welche aus Kalzit, Pyroxen, Amphibol, Granat, Epidot, Quarz, Titanit, Feldspath und Glimmerarten bestehen, 1855, 58 Seiten 2. —

116. **Wild, Dr. H.**, Beitrag zur Theorie der Nobilischen Farbenringe, 1857, 42 Seiten mit 1 Tafel 2. —

117. — Bericht zur Reform der schweizerischen Urmasse, 1868/69, 173 Seiten mit 3 Taf. 5. —

118. **Zschokke, Dr. Th.**, Die Gebirgsschichten, welche vom Tunnel zu Aarau durchschnitten wurden, 1860, 15 Seiten mit 1 geognost. Karte 1. 50

119. — Die Ueberschwemmungen in der Schweiz im September 1852, 1855, 23 Seiten mit 1 Tafel 1. —

Neue Denkschriften

der

allgemeinen schweizerischen Gesellschaft

für die

gesammten Naturwissenschaften.

NOUVEAUX MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE

DES

SCIENCES NATURELLES.

Band XXIX, Abth. 2. Vol. XXIX, 2e livraison.

Auf Kosten der Gesellschaft

gedruckt von Zürcher & Furrer in Zürich.

Commissions-Verlag

von H. Georg in Basel, Genève und Lyon

1885.

Separat-Abdrücke

aus den

Denkschriften der allgemeinen schweizerischen naturforschenden Gesellschaft.

H. Georg's Buchhandlung in Basel, Genf und Lyon.

Tirages à part

des

Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles.

Librairie de H. Georg à Bâle, Genève et Lyon.

		Fr. Ct.
1.	**Agassiz, Ls.**, Description des Echinodermes fossiles de la Suisse, 1839—40, 2 vols. de 101 et 107 pag. av. 37 pl.	20. —
2.	— Iconographie des coquilles tertiaires réputées identiques avec les espèces vivantes ou dans différens terrains de l'époque tertiaire, accompagnée de la description des espèces nouvelles, 1845, 66 pag., av. 15 pl.	8. —
3.	**Amsler, Jacob**, Ueber die Gesetze der Wärmeleitung im Innern fester Körper unter Berücksichtigung der durch ungleichförmige Erwärmung erzeugten Spannung, 1852, 24 Seiten	1. 50
4.	— Zur Theorie der Vertheilung des Magnetismus im weichen Eisen, 1849, 26 Seiten	1. —
5.	**Bernoulli, Dr. Gust.**, Uebersicht der bis jetzt bekannten Arten von Theobroma, 1871, 15 Seiten mit 7 Tafeln	2. 50
6.	**Blanchet**, Mémoire sur quelques insectes qui nuisent à la vigne dans le canton de Vaud, 1841, 44 pag. av. 1 pl	2. —
7.	**Braun, Alexander**, Uebersicht der Schweizerischen Characeen. Ein Beitrag zur Flora der Schweiz, 1849, 23 Seiten	1. 50
8.	**Bremi, J. J.**, Beiträge zu einer Monographie der Gallmücken, Cecidomya Meigen, 1848, 71 Seiten mit 2 Tafeln	2. —
9.	**Bruch, Dr. Carl** (Prof. der Anatomie), Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Knochensystems, 1852, 174 Seiten mit 4 Tafeln	4. —
10.	**Brunner**, Vater, **C.**, Beitrag zur Elementaranalyse der organischen Substanzen, 1852, 11 Seiten mit einer Karte	1. —
11.	— Ueber natürliches und künstliches Ultramarin, 1845, 27 Seiten	—. 50
12.	**Brunner, Dr. med.**, Einiges über den Steinlöcherpilz (Polyporus Tuberaster Jacq. et Fries) und die Pietra Fungaja der Italiener, 1845, 19 Seiten mit 2 Tafeln	1. 50
13.	**Brunner-v. Wattenwyl, C.**, Aperçu géologique des environs du lac de Lugano accompagné d'une carte et de plusieurs coupes, 1852, 18 pag.	2. —
14.	— Geognost. Beschreibung der Gebirgsmasse des Stockhorns, mit einer Karte, Ansicht und sieben Profilen, 1857, 55 Seiten	4. —
15.	— Untersuchungen über die Cohäsion der Flüssigkeiten, 1849, 44 Seiten mit 2 Taf.	1. 50
16.	**Candolle, Alph. de**, Planches relatives au genre Gaertnera Lam., par M. Bojer, prof. à Port-Louis, île Maurice, 1849, 1 pag. av. 2 pl.	1. 50
16bis	**Candolle, Aug. Pyr. et Alph. de**, Monstruosités végétales, I. fasc., 1841, 23 pag. av. 7 pl.	3. —
17.	**Capellini, J. et O. Heer**, Les Phyllites crétacées du Nebraska, 1867, 22 pag. av. 4 pl.	2. —
18.	**Charpentier, J. de**, Catalogue des mollusques terrestres et fluviatiles de la Suisse, 1837, 28 pag. av. 2 pl.	3. —
19.	**Christ, Dr. H.**, Ueber die Verbreitung der Pflanzen der alpinen Region der europäischen Alpenkette, 1867, 84 Seiten mit 1 Karte	4. —
20.	**Cramer, Dr. C.** (Professor der Botanik), Physiologisch-systematische Untersuchungen über die Ceramiaceen, Heft I, 1863, IV und 130 Seiten mit 13 Tafeln	5. —
21.	— Ueber die geschlechtslose Vermehrung des Farn-Prothallium, 1881, 16 Seit., 3 Tfl.	3. —
22.	**De la Harpe, Dr. J. C.**, Faune Suisse, Lépidoptères VI. Part., Tortricides, 1858, 131 pag.	4. —
23.	— Idem, part. V., Pyrales, 1855, 75 pag.	3. —
24.	— Idem, part. IV., Phalénides, (Geometra Lin.), I—III Suppl., 1853—63, 3 part. de 160, 36, et 81 pag. av. 2 pl.	10. —
25.	**Denzler, H. H.** (Ingénieur), Die untere Schneegrenze während des Jahres vom Bodensee bis zur Säntisspitze, 1855, 59 Seiten	1. 50
26.	**Deschwanden, J. W. v.**, Ueber Locomotiven für geneigte Bahnen, 1848, 48 Seiten mit 1 Tafel	1. —
27.	**Dietrich, Kaspar**, Beitrag zur Kenntniss der Insecten-Fauna des Kantons Zürich, Käfer, 1865, 240 Seiten	6. —
28.	**Escher v. d. Linth, Arnold**, Erläuterung der Ansichten einiger Contact-Verhältnisse zwischen krystallinischen Feldspathgesteinen und Kalk im Berner Oberlande, 1839, 13 Seiten mit 1 Tafel	2. 50
29.	— Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden, 1853, 135 Seiten mit 10 Tafeln	5. —
30.	**Escher, A.**, und **B. Studer**, Geologische Beschreibung von Mittelbündten, 1839, 218 Seiten mit 3 Karten und 2 Tafeln	10. —
31.	**Favre, Ernest**, Recherches géologiques dans la partie centrale de la chaine du Caucase, 1876, XII et 117 pag. av. 1 pl. et une carte géolog.	12. —
32.	**Fick, Adolf**, Untersuchungen über Muskelarbeit, 1867, 68 Seiten mit 2 Tafeln	2. 50
33.	**Forel, A.**, Les Fourmis de la Suisse, 1876, 452 pag., 2 pl.	15. —
34.	**Frick, H. R.**, Ueber Schlesische Grünsteine, 1852, 25 Seiten mit 1 Karte und 1 Tafel	1. 50
35.	**Gaudin, Charles Theoph.**, et le marquis **Carlo Strozzi**, Contributions à la flore fossile italienne. Mémoire sur quelques gisements des feuilles fossiles de la Toscane, 1858—63, 5 part. de 47, 78, 30, 12 et 31 pag. av. 41 pl. et 2 cartes	20. —

		Fr. Ct.
36.	**Gerlach, H.,** Die Penninischen Alpen, Beiträge zur Geologie der Schweiz, 1868/69, 132 Seiten mit 2 geol. Karten und 2 Profilen	8. —
37.	**Girard, Charles,** Révision du genre Cottus des auteurs, 1852, 28 pag.	1. —
38.	**Graeffe, Ed.,** Beobachtungen über Radiaten und Würmer in Nizza, 1860, 59 S. mit 10 Taf.	5. —
39.	**Greppin, le Dr. J. B.,** Membre de la Société jurassienne d'Emult. etc. Notes géologiques sur les terrains modernes, quaternaires et tertiaires du Jura Bernois et en particulier du Val de Delémont, 1855/57, 2 part. de 71 et 14 pag. av. 5 pl.	5. —
40.	**Gressly, A.,** Observations géologiques sur le Jura Soleurois, 1838—41, 349 pag. av. 13 pl.	20. —
41.	**Hartung, Georg,** Die geologischen Verhältnisse der Inseln Lanzarote und Fuertaventura, 1857, 163 Seiten mit 1 geologischen Karte und 11 Tafeln	8. —
42.	**Heer, Dr. Oswald,** Beiträge zur Kreide-Flora, I. Flora von Moletein, in Mähren, II. Zur Kreide-Flora von Quedlinburg, 1868—71, 2 Theile, 24 und 15 Seiten mit 14 Taf.	10. —
43.	— Die Käfer der Schweiz mit besonderer Berücksichtigung ihrer geographischen Verbreitung, 1838—41, I. 1.2.3., 96, 67 und 79 Seiten	5. —
44.	— Die Insectenfauna der Tertiärgebilde von Oeningen und von Radoloj in Croatien, 1847—53, 3 Bde. von 229, 264 und 138 Seiten mit 40 Tafeln	15. —
45.	— Fossile Hymenopteren aus Oeningen und Radoboj, 1867, 42 Seiten mit 3 Tafeln	2. —
46.	— Ueber die fossilen Pflanzen von St. Jorge in Madeira, 1857, 40 Seiten mit 3 Taf.	3. —
47.	— Ueber einige fossile Pflanzen von Vancouver und British-Columbien, 1865, 10 Seiten mit 2 Tafeln	2. —
48.	— Ueber fossile Früchte der Oase Chargeh, 1876/77, 11 Seiten mit 1 Tafel	1.50
49.	— Beiträge zur fossilen Flora von Sumatra, 1881, 22 Seiten und 3 Tafeln	6. —
50.	**Henry,** Colonel, le Commandant **Deleroy** et le professeur **Trechsel,** Observations astronomiques pour déterminer la latitude de Berne faites en 1812, 58 pag.	1. —
51.	**Heusser, Dr. J. Ch.,** und **G. Claraz,** Beiträge zur geognostischen und physikalischen Kenntniss der Provinz Buenos Aires, 1865, 2 Thle., 22 und 139 Seiten mit 2 Tafeln	5 —
52.	**Hofmeister, R. H.,** Untersuchungen über die Witterungsverhältnisse von Lenzburg, Kt. Aargau, October 1839 bis December 1845, 78 Seiten mit einer Tafel	1.50
53.	**Kaufmann, F. J., Prof.,** Untersuchungen über die mittel- und ostschweizerische subalpine Molasse, 1860, 135 Seiten mit 1 Karte und 17 Profilen	8. —
54.	**Koch, Heinrich,** Einige Worte zur Entwicklungsgeschichte von Eunice, mit einem Nachworte von **A. Kölliker,** 1847, 31 S. mit 3 Taf.	2. —
55.	**Kölliker, A.,** Die Bildung der Samenfäden in Bläschen als allgemeines Entwicklungsgesetz, 1847, 82 Seiten mit 3 Tafeln	2.50
56.	**Kollmann, J.,** Statistische Erhebungen über die Farbe der Augen, der Haare und der Haut in den Schulen der Schweiz, 1881, 42 Seiten mit 2 Karten	4. —
57.	**Lang, Prof. Fr.,** und **L. Rütimeyer,** Die fossilen Schildkröten von Solothurn, 1867, 47 Seiten mit 4 Tafeln	4. —
58.	**Lebert, Prof. Dr. H.,** Ueber die Pilzkrankheit der Fliegen nebst Bemerkungen über andere pflanzlich-parasitische Krankheiten der Insecten, 1857, 48 Seiten mit 3 Tafeln	3. —
59.	— Die Spinnen der Schweiz, 1877, 321 Seiten, 5 Tafeln	8. —
60.	**Loriol, P. de,** et **V. Gillieron,** Monographie paléontologique et stratigraphique de l'étage Urgonien inférieur du Landeron (Canton de Neuchâtel), 1868/69, 122 pag. av. 8 pl.	10. —
61.	**Lusser, Dr.,** Nachträgliche Bemerkungen zu der geognostischen Forschung und Darstellung des Alpendurchschnitts von St. Gotthard bis Arth am Zugersee, 1842, 14 Seiten mit 3 grossen Tafeln	2.50
62.	**Merian, P., F. Trechsel** und **Dan. Meyer,** Mittel und Hauptresultate aus den meteorologischen Beobachtungen in Basel, 1826—36, in Bern 1826—36, in St. Gallen 1827—32, 1838, 64 Seiten	2. —
63.	**Meyer-Dür,** Ein Blick über die schweizerische Orthopteren-Fauna, 1860, 32 Seiten	1.50
64.	— Verzeichniss der Schmetterlinge d. Schweiz, I. Abtheilung Tagfalter, mit Berücksichtigung ihrer klimatischen Abweichungen nach horizontaler und vertikaler Verbreitung, 1852, 239 Seiten mit 1 Tafel	6. —
65.	**Moesch, Casimir,** Das Flözgebirge im Kanton Aargau, I. Thl., 1857, 79 Seiten mit 3 Tafeln	3. —
66.	**Moritzi, Alexander,** Die Pflanzen Graubündens. Ein Verzeichniss der bisher in Graubünden gefundenen Pflanzen, mit besonderer Berücksichtigung ihres Vorkommens (die Gefässpflanzen), 1839, 158 Seiten mit 6 Taf.	4.50
67.	**Mousson, Albert,** Bemerkungen über die natürlichen Verhältnisse der Thermen von Aix in Savoyen, 1847, 47 Seiten mit 2 Tafeln und 1 Karte	2. —
68.	— Revision de la faune malacologique des Canaries, 1873, IV et 176 pag. av. 6 pl.	8. —
69.	— Ueber die Veränderungen des galvanischen Leitungswiderstandes der Metalldräthe, 1855, 90 Seiten mit 1 Tafel	3 —
70.	— Ueber die Whewell'schen oder Quetelet'schen Streifen, 1853, 45 Seiten mit 1 Tafel	1.50
71.	**Muller, Jean,** Monographie de la famille des Résédacées, 1858, 239 pag. av. 10 pl.	15. —
72.	**Nägeli, Dr. Carl,** Die Cirsien der Schweiz, 1841, VIII und 168 Seiten mit 7 Tafeln	6 —
73.	— Die neuern Algensysteme und Versuch zur Begründung eines eigenen Systems der Algen und Florideen, 1848, 275 Seiten mit 10 Tafeln	8. —
74.	— Gattungen einzelliger Algen, physiologisch und systematisch bearbeitet, 1849, VIII und 139 Seiten mit 8 Tafeln	5. —
75.	**Neuwyler, M.,** Die Generationsorgane von Unio und Anodonta. Zootomischer Beitrag, 1842, 32 Seiten mit 3 Tafeln	1.50
76.	**Nicolet, H.,** Recherches pour servir à l'histoire des Podurelles, 1842, 93 pag. av. 9 pl.	5. —
77.	**Ooster, W. A.,** Catalogue des Céphalopodes fossiles des Alpes Suisses, avec la description et les figures des espèces remarquables, 1860—61, 3 vols. de VIII et 32, 160, XXX et 100 pag. av. 61 pl.	30. —
78.	**Otth, A.,** Beschreibung einer neuen europäischen Froschgattung, Discoglossus, 1837, 8 Seiten mit 1 Tafel	1. —

79. **Pestalozzi, H.** (Ingenieur-Oberst), Ueber die Höhenänderungen des Zürchersee's, 1855, 26 Seiten und 10 Tafeln — Fr. Ct. 2. 50

80. **Pfeffer, Dr. W.**, Bryogeographische Studien aus den rhätischen Alpen, 1871, 142 Seiten — 2. —

81. **Prym, Dr. Friedr.** (Prof. der Mathematik), Zur Theorie der Functionen in einer zweiblättrigen Fläche, 1867, 47 Seiten — 2. —

82. **Quiquerez, A.** (Ingénieur), Rapport sur la question d'épuisement des mines de fer du Jura Bernois à la fin de l'année 1863 comparativement aux prévisions de la commission spéciale des mines en 1854 soit après une période de dix ans, 1865, 52 pag. av. 3 cartes — 2. —

83. — Recueil d'observations sur le terrain sidérolitique dans le Jura Bernois et particulièrement dans les vallées de Delémont et de Moutier, 1852, 61 pag. av. 7 pl. — 5. —

84. **Raabe, Dr. J. L.**, Ueber die Faktorielle $\binom{m}{k} = \frac{m\ (m-1)\ (m-2)\ \ldots\ (m-k+1)}{1\ .\ 2\ .\ 3\ .\ .\ .\ k}$ mit der komplexen Basis m, 1847, 19 Seiten — 1. —

85. **Renevier, E.**, Mémoire géologique sur la perte du Rhône et ses environs, 1855, 71 pag. et 4 pl. — 5. —

86. **Rütimeyer, Dr. L.**, Die Fauna der Pfahlbauten der Schweiz, 248 Seiten mit 6 Tafeln — 10. —

87. — Die fossilen Schildkröten von Solothurn und der übrigen Juraformation, mit Beiträgen zur Kenntniss von Bau und Geschichte der Schildkröten im Allgemeinen, 1873, V und 185 Seiten mit 17 Tafeln — 12. —

88. — Eocaene Säugethiere aus dem Gebiet des Schweizer Jura, 1862, 98 Seiten mit 5 Taf. — 6. —

89. — Ueber Anthracotherium magnum und hippoideum, 1857, 32 Seiten mit 2 Tafeln — 3. —

90. — Ueber das schweizerische Nummulitenterrain mit besonderer Berücksichtigung des Gebirges zwischen dem Thunersee und der Emme, Bern, 1850, 120 Seiten mit 1 Karte und 4 Tafeln — 7. 50

91. — Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes in seinen Beziehungen zu den Wiederkäuern im Allgemeinen, 1867, 2 Bände, 102 und 175 Seiten mit 6 Tafeln — 14. —

92. **Sacc, F. prof.**, Analyse des Graines de Pavot Blanc. Variété à yeux ouverts, 1850, 37 pag. — 1. —

93. — Expériences sur les parties constituantes de la nourriture qui se fixent dans le corps des animaux, 1855, 9 pag. — —. 50

94. — Expériences sur les propriétés physiques et chimiques de l'huile de lin, 1845, 22 pag. — —. 50

95. — Fonctions de l'acide pectique dans le développement des végétaux, 1850, 15 pag. — 1. —

96. — Mémoire sur les phénomènes chimiques que présentent les poules nourries avec de l'orge, 1849, 55 pag. — 1. 50

97. **Schinz, H. R.**, Bemerkungen über die Arten der wilden Ziegen, besonders mit Beziehung auf den Steinbock der Alpen und den Steinbock der Pyrenäen, 1838, 25 Seiten mit 4 Tafeln — 2. 50

98. — Verzeichniss der in der Schweiz vorkommenden Wirbelthiere. 1837. 165 S. m. 1 Tfl. — 2. —

99. **Schläfli, Dr. Alexander**, Versuch einer Climatologie des Thales von Janina (Epirus), 1862, 55 Seiten — 1. 50

100. **Schläfli, Dr. Alexander**, Zur physikalischen Geographie von Unter-Mesopotamien, 1863, 123 Seiten — Fr. Ct. 2. —

101. **Schneider, Gust.**, Dysopes Cestonii in Basel, eine für die Schweiz neue Fledermaus. Beitrag zur Kenntniss dieser Art, 1871, 9 Seiten mit 1 Tafel — 1. —

102. **Schweizer, Dr. E.**, Ueber Doppelsalze der chromsauren Kalis mit der chromsauren Talkerde und dem chromsauren Kalke und über das Verhalten der arsenigen Säure und des Stickoxyds zu dem chromsauren Kali, 1848, 16 Seiten — —. 50

103. **Staehelin, Chr.**, Die Lehre der Messung von Kräften mittelst der Bifilarsuspension, 1853, 204 Seiten mit 9 Tafeln — 4. 50

104. — Untersuchung der Badequellen von Meltingen, Eptingen und Bubendorf im Sommer 1826, 1838, 13 Seiten — —. 50

105. **Stierlin, Dr. G.**, und **V. v. Gautard**, Fauna coleopterorum helvetica, die Käferfauna der Schweiz, 1868—71, 372 Seiten — 10. —

106. **Stöhr, Emil**, Die Kupfererze an der Mürtschenalp und der auf ihnen geführte Bergbau, 1865, 36 Seiten mit 3 Tafeln, 3 Karten und 1 Profil — 2. —

107. **Theobald, Prof. G.**, Unterengadin, Geognost. Skizze, 1860, 76 Seiten mit 1 geolog. Karte — 5. —

108. **Thurmann, J.**, Lethea Bruntrutana ou études paléontologiques et stratigraphiques sur le Jura Bernois et en particulier les environs de Porrentruy. Oeuvre posthume terminée et publiée par A. Etallon, 1861—63, 500 pag. av. 62 pl. et 3 plans. — 30. —

109. **Tschudi, J. J.**, Monographie der Schweizer. Echsen, 1837, 42 Seiten mit 2 Tafeln — 1. —

110. **Valentin, G.**, Beiträge zur Anatomie des Zitteraales (Gymnotus electricus), 1842, 74 Seiten mit 5 Tafeln — 3. 50

111. **Venetz**, Père (Ingénieur), Ouvrage posthume, Mémoire sur l'extension des anciens glaciers renfermant quelques explications sur leurs effets remarquables, 1861, 33 pag. — 3. —

112. **Vogt, Dr. C.**, Anatomie der Lingula anatina 1845, 18 Seiten mit 2 Tafeln — 1. 50

113. — Beiträge der schweizerischen Crustaceen, 1845, 19 Seiten mit 2 Tafeln — 1. 50

114. — Beiträge zur Nevrologie der Reptilien, 1840, 59 Seiten mit 4 Tafeln — 3. —

115. **Volger, Dr. G. H. Otto**, Epidot und Granat, Beobachtungen über das gegenseitige Verhältniss dieser Krystalle und über Felsarten, welche aus Kalzit, Pyroxen, Amphibol, Granat, Epidot, Quarz, Titanit, Feldspath und Glimmerarten bestehen, 1855, 58 Seiten — 2. —

116. **Wild, Dr. H.**, Beitrag zur Theorie der Nobilischen Farbenringe, 1857, 42 Seiten mit 1 Tafel — 2. —

117. — Bericht zur Reform der schweizerischen Urmasse, 1868/69, 173 Seiten mit 3 Taf. — 5. —

118. **Zschokke, Dr. Th.**, Die Gebirgsschichten, welche vom Tunnel zu Aarau durchschnitten wurden, 1860, 15 Seiten mit 1 geognost. Karte — 1. 50

119. — Die Ueberschwemmungen in der Schweiz im September 1852, 1855, 23 Seiten mit 1 Tafel — 1. —

Neue denkschriten a
naturwissenschafter

JUL 18 1955

AMNH LIBRARY
100125514